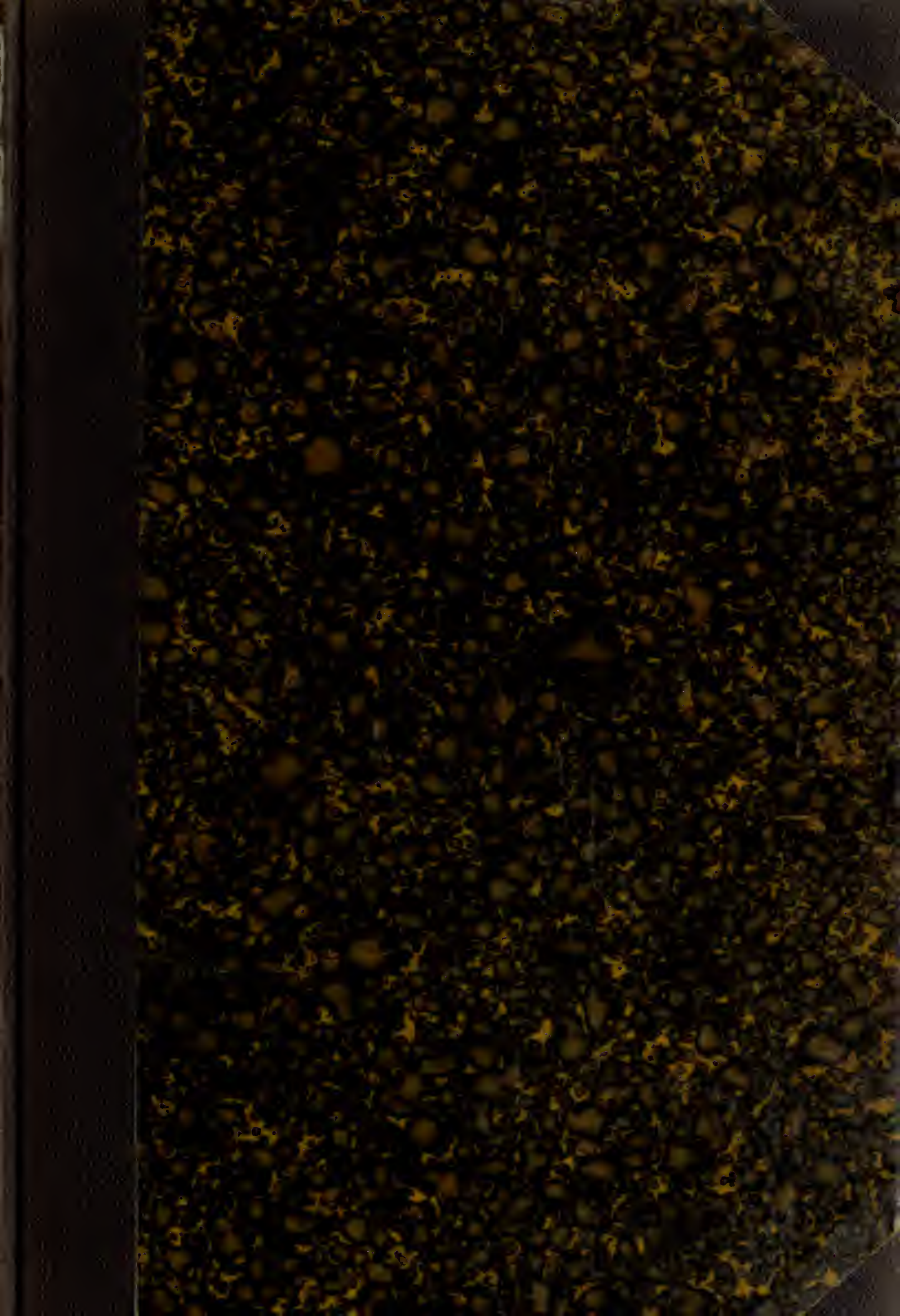




Tome XI 1er fascicule 1902

BIBLIOGRAPHIE ANATOMIQUE

Revue des travaux en langue française

ANATOMIE — HISTOLOGIE — EMBRYOLOGIE — ANTHROPOLOGIE

Publié sous la direction de M. A. NICOLAS

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

1er fascicule (pages 1 à 78). — Prix : 3 fr. 90 c.

BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-ÉDITEURS

PARIS (6e) — 5, RUE DES BEAUX-ARTS | NANCY — RUE DES GLACIS, 18

Prix d'abonnement par volume :

FRANCE ET ÉTRANGER : 12 FR.

Paru le 13 septembre 1902.

Tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé à M. le Docteur A. NICOLAS, à l'Institut anatomique, à NANCY.

SOMMAIRE DU 1er FASCICULE

TRAVAUX ORIGINAUX

RECOMMANDATIONS A MM. LES AUTEURS

sur le mode d'exécution des dessins.

MM. les Auteurs voudront bien livrer au net les figures accompagnant les travaux originaux, de manière qu'elles puissent être reproduites directement, sans autre intermédiaire, par la photogravure. Elles pourront être exécutées soit, et de préférence, au trait, c'est-à-dire à la plume, soit au crayon noir, soit en teinte plate (lavis). *Eviter absolument l'emploi de la mine de plomb, ou crayon ordinaire.*

Pour les dessins à la plume, n'employer qu'une seule encre, aussi noire que possible. Pour les dessins au lavis, avoir soin également d'employer une couleur unique (tout sépia, ou tout encre de Chine).

Ne donner sur le dessin absolument que ce qui doit être reproduit. Si les chiffres ou lettres de renvoi ne peuvent être calligraphiés, il vaut mieux les indiquer, ainsi que les traits de renvoi, séparément sur un calque.

Comme papier, le bristol blanc lisse est préférable au papier rugueux.

TIRAGES A PART

Quarante exemplaires des travaux insérés seront fournis gratuitement aux auteurs.

Les quantités d'exemplaires au delà de ce nombre sont facturées conformément au tarif suivant :

NOMBRE DE PAGES.	NOMBRE D'EXEMPLAIRES.					
—	25.	50.	75.	100.	150.	200.
2 pages ou feuillet simple	2.45	2.65	2.85	3 »	3.35	3.65
4 pages ou quart de feuille	3.25	3.50	3.75	4 »	4.45	4.85
8 pages ou demi-feuille	4.90	5.25	5.65	6 »	6.65	7.25
12 pages ou trois quarts de feuille	8.15	8.75	9.40	10 »	11.10	12.10
16 pages ou une feuille.	9.75	10.50	11.25	12 »	13.25	14.50
Avec couverture passe-partout, *en plus*. .	0.90	1.75	2.65	3.50	5.25	7 »
Titre et couverture imprimée, *en plus* . .	8.65	9.25	9.85	10.50	11.75	13 »

Les tomes I et II (1893 et 1894) de la ***Bibliographie anatomique*** sont en vente au prix de **7** fr. **50** c. chacun ; — les tomes III à V (1895 à 1897), à **10** fr. ; — les tomes VI à X (1898 à 1902), à **12** fr. — Les abonnés nouveaux peuvent acquérir à moitié prix la série des dix tomes parus.

BIBLIOGRAPHIE ANATOMIQUE

Revue des travaux en langue française

ANATOMIE — HISTOLOGIE — EMBRYOLOGIE — ANTHROPOLOGIE

Tome XI 1902

BIBLIOGRAPHIE ANATOMIQUE

Revue des travaux en langue française

ANATOMIE — HISTOLOGIE — EMBRYOLOGIE — ANTHROPOLOGIE

Publié sous la direction de M. A. NICOLAS

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY



BERGER-LEVRAULT ET Cie, LIBRAIRES-EDITEURS

PARIS (6e) | NANCY

5, RUE DES BEAUX-ARTS | RUE DES GLACIS, 18

1902

Tome XI 1er fascicule 1902

BIBLIOGRAPHIE ANATOMIQUE

REVUE DES TRAVAUX EN LANGUE FRANÇAISE

ANATOMIE — HISTOLOGIE — EMBRYOLOGIE — ANTHROPOLOGIE

TRAVAUX ORIGINAUX

NOUVEAU DISPOSITIF PERMETTANT D'ÉVITER L'ÉCRASEMENT DES PRÉPARATIONS MICROSCOPIQUES PAR LE FAIT DE LEUR MISE AU POINT PRATIQUÉE AVEC LES FORTS GROSSISSEMENTS

Par A. BOURGUET

(*Montpellier*)

Le moyen de préservation des préparations que nous allons faire connaître est indépendant du plus ou moins d'habileté ou d'attention des personnes qui font usage du microscope. Il présente la même efficacité entre les mains des débutants et celles des praticiens expérimentés, parce qu'il place automatiquement les uns et les autres dans l'impossibilité d'altérer, par une descente trop prononcée de l'objectif pendant la mise au point, les préparations qu'ils ont à examiner, ainsi que les lentilles frontales des objectifs et celles des éclairages condensateurs dont ils se servent.

Ce moyen consiste dans l'emploi d'un dispositif composé d'un entonnoir spécial pour chaque objectif fort et d'un système d'arrêt unique pour limiter la descente du tube du microscope.

Entonnoir. — On sait qu'on désigne sous ce nom la partie supérieure de la monture d'un objectif : celle qui ne contient pas de lentilles. Les entonnoirs qui font partie de notre dispositif sont destinés à remplacer les entonnoirs ordinaires des objectifs forts seulement ; ils en diffèrent en ce qu'ils

sont formés de deux pièces tubulaires mobiles rentrant l'une dans l'autre (*fig. 1*), au lieu d'être d'une seule pièce fixe.

La pièce supérieure, A, porte en haut, comme d'habitude, le pas de vis universel servant à fixer l'objectif au revolver ou au tube du microscope; en bas elle se rétrécit en cône pour recevoir et retenir dans son intérieur l'autre pièce.

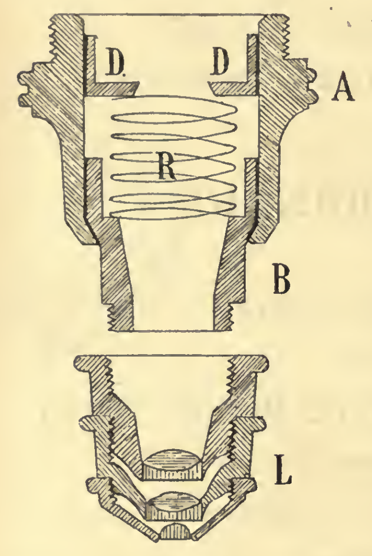


Fig. 1. — Objectif à monture rentrante.

Celle-ci, B, est formée de deux parties cylindriques d'inégal diamètre raccordées par une partie conique s'emboîtant exactement dans le cône de la pièce précédente; elle présente à son extrémité inférieure le pas de vis sur lequel se fixe le système des lentilles objectives L. Un ressort spiral très faible, R, agissant de haut en bas et appuyé, d'une part, contre la face inférieure du diaphragme DD, d'autre part, contre un épaulement intérieur de la pièce B, maintient cette pièce appliquée par sa partie conique contre la première, qu'elle dépasse inférieurement de quelques millimètres (5 millimètres par exemple, non compris la partie filetée).

Pour empêcher la rotation sur lui-même du système lenticulaire qui se fixe sur la pièce B et mieux assurer le maintien de son centrage, on peut régulariser son mouvement vertical au moyen d'un coulisseau formé d'une petite rainure pratiquée sur l'une des deux pièces de l'entonnoir et dans laquelle s'engage une pointe fixée à l'autre pièce.

L'entonnoir que nous venons de décrire s'applique aux objectifs ayant moins de 5 millimètres de distance frontale : il est inutile pour les autres. Son fonctionnement est le suivant : lorsque, pendant la mise au point, l'objectif qui en est pourvu vient à appuyer sur la préparation, la pression qu'il exerce sur elle, au lieu de se faire par une partie rigide qui l'écraserait, se fait, au contraire, par une partie qui fléchit et qui rentre dans la pièce supérieure de l'entonnoir au fur et à mesure que l'objectif descend. Tant que dure la flexion, la préparation ne supporte que le poids de la moitié inférieure de l'objectif et la tension minime du ressort qui la pousse : pression légère et insuffisante pour l'endommager. Mais, dès que la partie rentrante de l'entonnoir est arrivée à bout de course, toute flexion cesse d'être possible et l'objectif, entièrement raccourci et devenu rigide comme s'il était à monture fixe, écraserait infailliblement la préparation s'il pouvait continuer à descendre. C'est alors qu'intervient le système d'arrêt.

Système d'arrêt. — L'idée de placer un système d'arrêt fixe pour limiter la descente des objectifs et les empêcher d'atteindre les préparations est une idée simple qui se présente naturellement à l'esprit, mais qui est impraticable, avec les montures ordinaires, dès qu'on se trouve en présence d'objectifs forts et de préparations de diverses épaisseurs[1]. Force a donc été de recourir à d'autres moyens. Dans celui qui fait l'objet de notre communication actuelle, le système d'arrêt fixe a été mis à profit, mais à la condition de l'associer avec les objectifs rentrants. Sa position doit être réglée de manière à ce que les microscopes qui le portent puissent permettre à la fois l'emploi de tous les objectifs sans exception et le groupement de tous ceux d'usage courant, depuis les numéros les plus forts jusqu'aux plus faibles, en un faisceau offrant en masse la préservation automatique et, par conséquent, certaine des préparations.

L'arrêt de la descente du tube au moment où l'objectif rentrant touche à la limite de sa flexion, est une condition indispensable de la préservation certaine des préparations. Sa suppression ou son défaut de coordination avec la longueur de l'objectif et l'étendue de sa partie rentrante entraînent nécessairement l'inefficacité du système ou, du moins, introduisent dans la préservation des préparations, des aléas incompatibles avec l'assurance complète qu'elle présente lorsque l'arrêt a été convenablement placé.

Notre système d'arrêt consiste simplement en une vis V (*fig. 2*) appliquée sur le côté de la crémaillère, et dont la tête, en venant buter contre la partie supérieure de la potence P dans laquelle la crémaillère se meut, empêche le tube et l'objectif de descendre au delà de la quantité que permet ce butage.

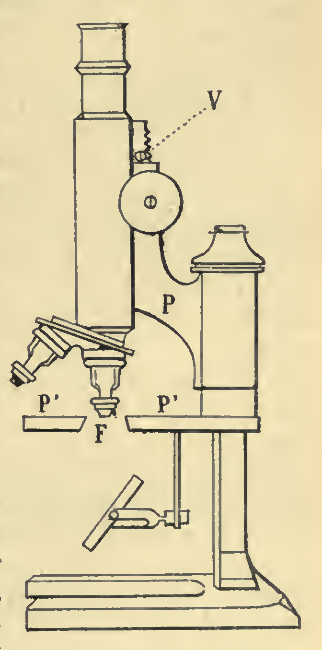


Fig. 2. — Microscope pourvu d'une vis d'arrêt réglée.

1. On comprend, en effet, qu'un arrêt susceptible d'empêcher un objectif de 1/2 millimètre, par exemple, de distance frontale, d'arriver au contact d'une préparation de 2 millimètres d'épaisseur, l'empêcherait en même temps de descendre assez bas pour pouvoir être mis au point sur une autre préparation épaisse de 1 millimètre seulement. Il est indispensable pour pouvoir, avec un arrêt fixe, mettre alternativement au point des préparations de différentes épaisseurs, que ces épaisseurs ne diffèrent entre elles que d'une quantité moindre que la distance frontale de l'objectif employé. Cette condition est difficilement réalisée avec les objectifs forts parce que leur distance frontale est souvent moindre de 2 ou 3 dixièmes de millimètre.

Pour déterminer pratiquement le point où la vis d'arrêt doit être placée, on commence par tourner la vis micrométrique jusqu'à ce que la pièce P soit entièrement descendue au bas de sa course. On met ensuite en place l'objectif le plus puissant de la série (soit, par exemple, le $^1/_{18}$ immersion homogène) préalablement muni d'un entonnoir ayant 5 millimètres de partie rentrante [1]. Puis, on tourne le bouton de la crémaillère de manière à amener l'extrémité inférieure F de l'objectif au niveau de la face supérieure P′ P′ de la platine. Le point V où la crémaillère émerge de la potence P est le point où il convient de placer l'arrêt.

Dans les microscopes dépourvus de crémaillère, le système d'arrêt (vis, bague ou virole) se fixe directement au tube ; la position en est déterminée par le même procédé.

Lorsque la vis d'arrêt est en place, on remonte la vis micrométrique de 1 ou 2 millimètres afin de pouvoir s'en servir dans les deux sens et le microscope est prêt à fonctionner.

Les montures des objectifs doivent avoir les dimensions suivantes :

1° Les longueurs des montures rentrantes des objectifs forts devront être les mêmes que celles de leurs montures fixes actuelles ; c'est-à-dire, être d'autant plus grandes que la distance frontale de l'objectif est plus courte ;

2° L'étendue de la partie rentrante pourra être la même pour tous les objectifs rentrants, ou bien diminuer lorsque la distance frontale augmente ;

3° Les montures des objectifs ayant plus de 5 millimètres de distance frontale seront des montures fixes ordinaires dont la longueur ne devra pas dépasser celle de l'objectif le plus puissant diminuée de 5 millimètres ;

4° Seuls, les objectifs spéciaux ou plus ou moins exceptionnels ne remplissant pas et ne pouvant pas être amenés à remplir les conditions précédentes, ne sauraient permettre la préservation automatique des préparations. Mais l'arrêt dont se trouve pourvue la crémaillère du microscope ne saurait empêcher, en aucun cas, de les mettre au point et de s'en servir comme d'ordinaire.

Au lieu de placer le système rentrant à l'objectif lui-même, on pourrait le placer aux branches du revolver en ayant le soin de toujours compléter le dispositif par l'apposition d'un arrêt réglé de la descente du corps du microscope. Cependant, une telle disposition présenterait l'inconvénient d'allonger les branches du revolver d'une quantité fort appréciable ; de les rendre ainsi plus encombrantes tout en en augmentant les difficultés de centrage, et de nécessiter, en outre, l'emploi d'un ressort spiral beaucoup plus fort. En sorte que, la pression exercée sur la préparation se trouvant sensiblement

---

1. Cette quantité représente une moyenne susceptible d'être augmentée ou diminuée. Elle correspond à l'épaisseur maxima des préparations qu'on désire préserver.

augmentée, nous ne saurions affirmer qu'elle pourrait être supportée impunément par le contenu de toutes sortes de préparations.

Quant à placer le ressort à l'extrémité du tube du microscope — ainsi que cela s'est trouvé réalisé d'une manière fortuite et pour d'autres usages, notamment pour obtenir une mise au point délicate à une époque où les vis micrométriques agissant sur la potence n'avaient pas la douceur qu'on a pu leur donner depuis — il n'y faut point songer aujourd'hui parce que cela entraînerait la suppression de l'emploi si généralisé et si commode du revolver, ou bien créerait pour la préparation une surcharge de pression équivalente au poids de ce dernier instrument et des deux ou trois objectifs qu'il porte en réserve. Du reste, même en supprimant le revolver, on se trouverait, en ce qui concerne la pression, dans le même cas que pour le ressort appliqué à ses branches.

L'action préservatrice résultant de l'emploi des objectifs rentrants et à descente réglée, assez facile d'ailleurs à prévoir théoriquement, a été vérifiée par nous au moyen d'une expérimentation pratique. Nous avons fait construire, à cet effet, un objectif fort à monture rentrante ; nous avons, en outre, adapté à notre microscope un système d'arrêt réglé comme il a été dit plus haut, et nous avons fait fonctionner le dispositif pendant une semaine, en heurtant fréquemment, à dessein, l'objectif contre les préparations et en l'abaissant sur elles autant que le permettait la vis d'arrêt.

Nous avons pu, de la sorte, nous assurer :

a) Qu'aucune des préparations en expérience n'a souffert de ces légers chocs, bien qu'un grand nombre d'entre elles fussent assez délicates (préparations de tissu nerveux central) ;

b) Que le centrage de l'objectif s'est rigoureusement conservé malgré les mouvements d'ascension et de descente des lentilles, les objets examinés ayant, en effet, continué à occuper après ces mouvements les mêmes points du champ visuel qu'ils occupaient avant ;

c) Que la certitude de conserver les préparations intactes, malgré l'absence de précautions dans la vitesse et dans l'étendue du mouvement de descente de l'objectif donne, dans l'exécution de la mise au point à de forts grossissements, une assurance qui la rend un peu plus rapide et qu'on n'est généralement pas habitué à avoir dans ces circonstances.

Tel est notre dispositif : il se recommande par une grande simplicité d'exécution ; il n'introduit aucun changement dans les conditions optiques des objectifs ni dans la manière de les mettre au point, qu'il facilite plutôt, et il dégage entièrement l'esprit du micrographe de toute préoccupation au sujet de la détérioration possible des préparations qu'il examine — ou qu'il confie autour de lui pour être examinées — par le fait de leur mise au point avec les forts grossissements.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DES POLYGÉNÈSES

II

UN CAS DE DÉDOUBLEMENT OBSERVÉ CHEZ L'EMBRYON

Par ÉTIENNE RABAUD

DOCTEUR EN MÉDECINE ET DOCTEUR ÈS SCIENCES

Parmi les théories qui ont été proposées pour expliquer les formations multiples, la théorie du dédoublement a joui, à une certaine époque, d'une assez grande faveur.

MECKEL paraît être le premier qui ait rapporté à ce processus l'origine des diplogénèses, soit qu'elles affectent une partie d'organe, un organe entier, plusieurs organes ou le corps dans son ensemble. Il admettait que tout animal est, dès l'abord, constitué par deux moitiés symétriques, que ces deux moitiés peuvent ne pas se réunir, ou ne se réunir que d'une manière incomplète.

Cette théorie entraînait à concevoir, comme conséquence logique, la formation secondaire de parties nouvelles, destinées à compléter les moitiés non juxtaposées, sans quoi il n'y aurait jamais eu d'individus entiers, mais seulement des demi-individus ou des demi-organes. En l'absence de ce phénomène de régénération, la compréhension des monstruosités multiples par dédoublement devient très difficile : MECKEL ne s'explique pas à ce sujet.

Néanmoins, sa manière de voir séduisit les esprits au commencement du XIXe siècle; c'est elle qu'adoptèrent BAER, J. MÜLLER. Plus tard, divers embryologistes l'acceptèrent et la défendirent; VALENTIN et GERLACH s'efforcèrent même de lui donner une démonstration expérimentale : ils n'y réussirent pas.

A la vérité, cette théorie paraît être tombée, à l'heure actuelle, dans le plus complet discrédit, tout au moins sous la forme où elle était conçue par ses auteurs et par ceux qui leur ont succédé. Le dédoublement n'est guère plus admis aujourd'hui, qu'à une période extrêmement précoce de l'ontogénèse, alors que l'embryon se trouve encore aux toutes premières phases de la segmentation; il a, à ce point de vue, reçu la consécration de nombreux faits expérimentaux : suivant les espèces, la séparation des blastomères donne naissance à deux individus primitivement entiers, ou à deux demi-individus, qui se complètent par régénération.

Cependant, ainsi que je l'ai indiqué dans un précédent mémoire [1], l'ovotomie expérimentale ou spontanée n'est pas admissible chez un certain nombre d'animaux, chez ceux qui, tels que les Sauropsidés, sont caractérisés par l'abondance du vitellus jaune. Pour ceux-là, il faut demander l'explication des polygénèses à d'autres processus et l'on doit rechercher si le dédoublement proprement dit ne serait pas l'un de ces processus.

La question est alors de savoir si, lorsque deux moitiés d'une même région se forment séparément, ces moitiés fournissent d'emblée une région complète, ou si, au contraire, chaque moitié se complète par régénération, ou si, enfin, chaque moitié conserve indéfiniment son aspect de demi-région. En cette dernière occurrence le dédoublement serait définitivement à rejeter comme origine des diplogénèses chez les Sauropsidés.

J'ai eu précisément l'occasion d'étudier, chez un embryon de poulet, un cas curieux de dédoublement qui fournit des indications précises sur le résultat d'un pareil processus. Si l'on ne peut, de ce seul fait, tirer des conclusions générales, on peut toutefois en déduire que le dédoublement ne conduit pas nécessairement à un monstre double.

I

L'embryon dont il s'agit était affecté de cyclopie. Par là, il faut entendre un individu caractérisé, non pas simplement par l'existence d'un seul œil médian ou de deux yeux très voisins l'un de l'autre, mais par la tenue spéciale du système nerveux, disposé suivant une lame dorsale très large à la suite d'un processus de *formation diffuse* [2].

Dans le cas qui nous occupe, la lame neurale est symétrique par rapport à l'axe longitudinal et médian du corps, axe représenté par la corde dorsale. Cette lame s'amincit sur ses bords et se relève, marquant sa tendance à se fermer par épibolie (voir *figure 1*, *Lm* et *rep. ép.*).

Laissant de côté les particularités relatives à l'encéphale, nous examinerons simplement l'axe médullaire proprement dit. Dès le début de cet axe nous constatons la présence de deux lames musculaires à gauche et d'une seule à droite. Les deux lames de gauche sont d'abord indépendantes, puis elles viennent s'accoler par leur bord supérieur.

Dans la partie antérieure de la seconde moitié de la région dorsale, la corde dorsale quitte le plan médian du corps et vient occuper le côté droit; elle ne le quittera plus.

---

1. Étienne Rabaud. Contribution à l'étude des Polygénèses. I. Étude sur un embryon de poulet sternopage et sur la famille des Monomphaliens en général. (*Bibliographie anatomique*, 1901.)

2. Étienne Rabaud. Recherches embryologiques sur les Cyclocéphaliens. (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, 1901-1902.)

Presque en même temps, le bord gauche de la lame diffuse s'épaissit sensiblement (*fig. 1*, *M.a*). En outre, la lame médullaire (*L.m*) présente un épais-

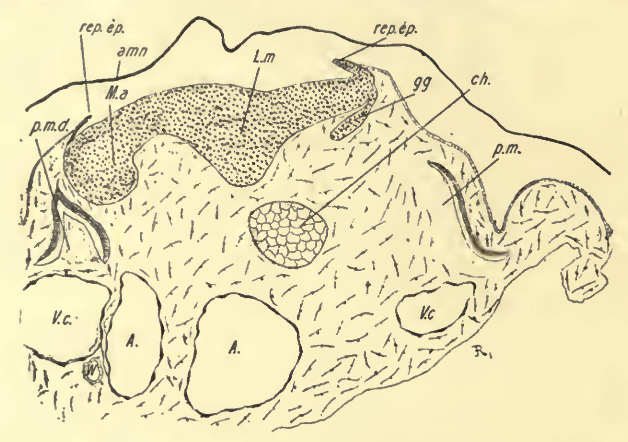


FIG. 1. — Coupe passant par la partie postérieure des membres antérieurs. *L.m*, lame médullaire *rep. ép.*, replis épiboliques ; *gg*, ganglion ; *M.a.*, épaississement de la moelle accessoire ; *p.m.*, formation musculaire normale ; *p.m.d.*, formation musculaire double ; *A*, aorte ; *V.c.*, veine cardinale *W*, formations wolfiennes ; *ch*, corde dorsale ; *amn*, amnios.

sissement médian, triangulaire sur les coupes et que nous retrouverons sous diverses formes dans les régions suivantes de la moelle.

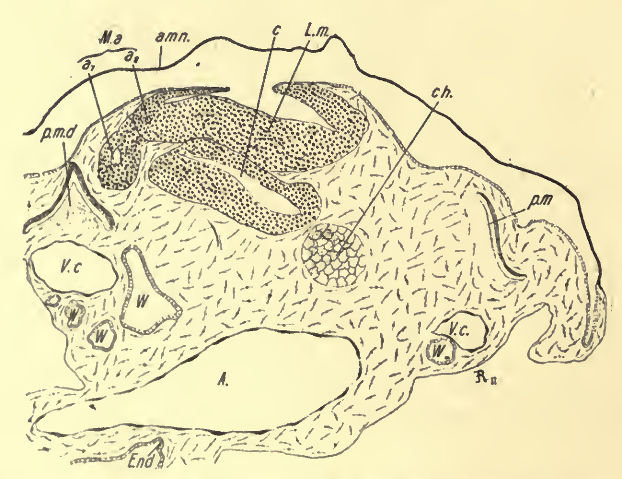


FIG. 2. — Coupe en arrière de la précédente. *L.m.*, lame médullaire ; *c*, individualisation d'une partie de la lame médullaire ; $a_1 a_2$, cavités de la moelle accessoire encore attenante à la lame médullaire ; *A*, aorte unique formée par la confluence des deux troncs précédemment figurés ; *End*, endoderme. Les autres lettres comme plus haut.

Sur les coupes suivantes, nous voyons les choses se modifier graduellement.

La lame médullaire marque nettement sa tendance à se fermer par épibolie (*fig. 2, rep. ép.*), tandis que son épaississement triangulaire se creuse d'une lumière de plus en plus large (*c*) et semble devoir devenir indépendante de la lame elle-même. Du côté de l'épaississement latéral gauche, nous constatons des phénomènes assez analogues ; deux petites lumières a_1 et a_2 se creusent dans l'intimité de son tissu ; celui-ci cependant reste encore en continuité absolue avec la lame principale.

Les choses persistent ainsi un certain temps ; la cavité secondaire *c* de la moelle principale est revenue à des dimensions restreintes, tandis que les cavités a_1 et a_2 se sont sensiblement agrandies (*fig. 3*).

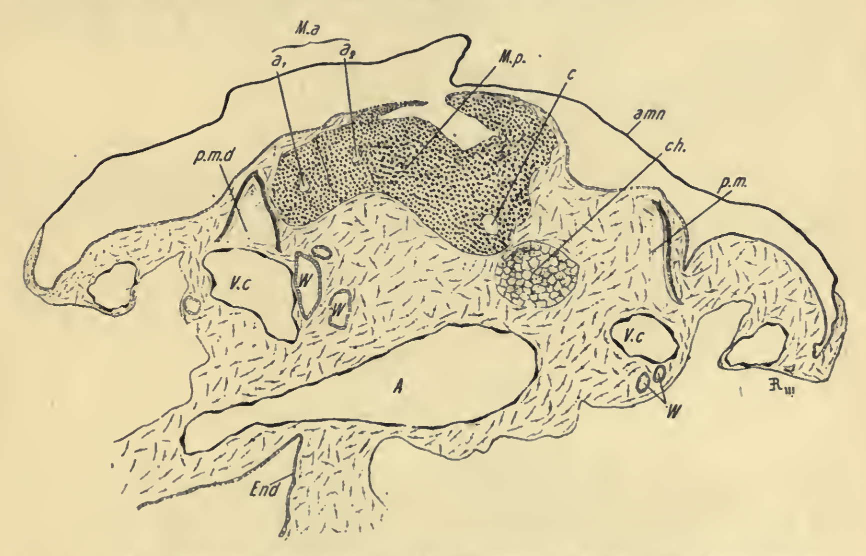


Fig. 3. — Coupe en arrière de la précédente. — Mêmes indications. La cavité *c* de la lame médullaire s'est notablement rétrécie.

Bientôt, nous assistons à l'individualisation graduelle des cavités a_1 et a_2, sous forme d'une masse ovalaire de tissu nerveux ; simultanément (*fig. 4*) la cavité *c* de la moelle principale s'allonge de bas en haut et vient s'ouvrir dans le canal épendymaire proprement dit.

Dès ce moment, l'embryon est donc pourvu de deux axes médullaires indépendants et qui, tous deux, vont bientôt prendre un aspect normal. De ces deux axes, le principal possède son volume habituel, l'accessoire est très réduit, mais cependant suffisamment considérable ; le premier est accompagné d'une corde dorsale ; le second n'est en rapport médiat ou immédiat avec aucune formation cordale.

La séparation entre la masse de droite et celle de gauche n'est cependant pas absolument définitive : il existe une anastomose transversale très courte,

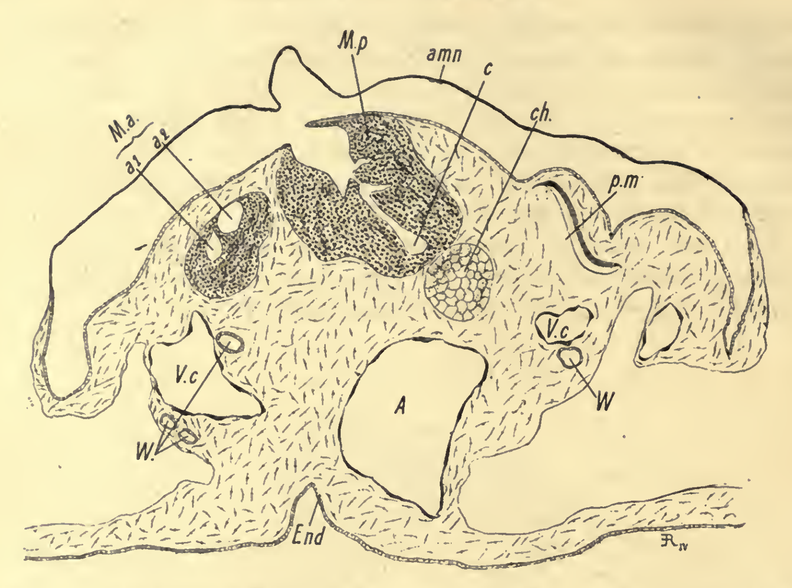


FIG. 4. — Coupe en arrière de la précédente. *M.p.*, moelle principale. La cavité *c* se confond avec la cavité normale; *M.a.*, moelle accessoire avec a_1 et a_2, ses deux parties constitutives. Les autres lettres comme plus haut.

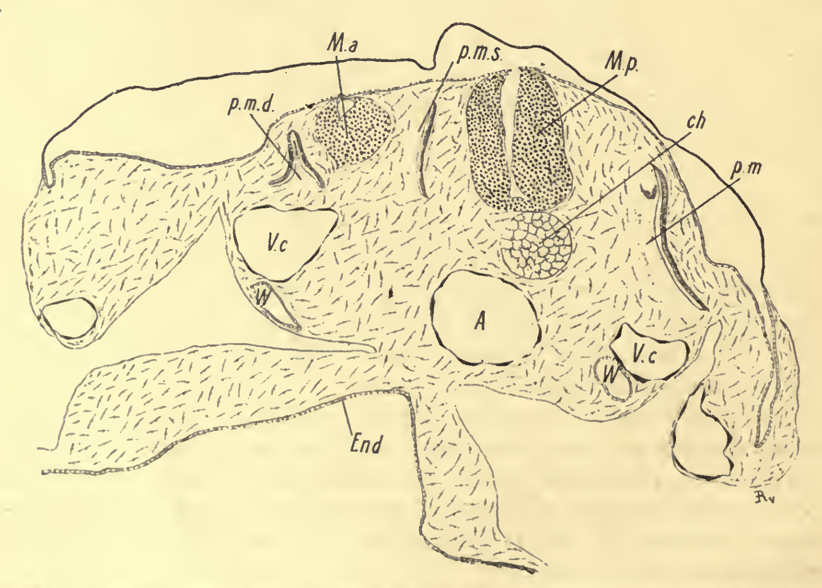


FIG. 5. — Coupe en arrière de la précédente. *M.p.*, moelle principale d'aspect normal; *M.a.*, moelle accessoire d'aspect normal; *p.m.s.*, formation musculaire surnuméraire. Les autres lettres comme plus haut.

oblique d'avant en arrière, que l'on observe sur quatre à cinq coupes seulement. En arrière de cette anastomose l'indépendance reparaît; elle est, cette fois, définitive.

Les choses se poursuivent ainsi durant un certain temps; puis, commencent à apparaître les ébauches des membres postérieurs. Dans cette région (*fig.* 5) les deux moelles acquièrent une forme régulière, chacune d'elles possède une seule cavité épendymaire ; elles sont séparées l'une de l'autre par un assez large espace. Entre elles, même, vient se placer une formation musculaire surnuméraire (*fig.* 5, *p.m.s.*); celle-ci paraît naître d'emblée dans le sein du tissu mésodermique embryonnaire, je n'ai pu, tout au moins, trouver ses relations avec les lames musculaires de droite et de gauche.

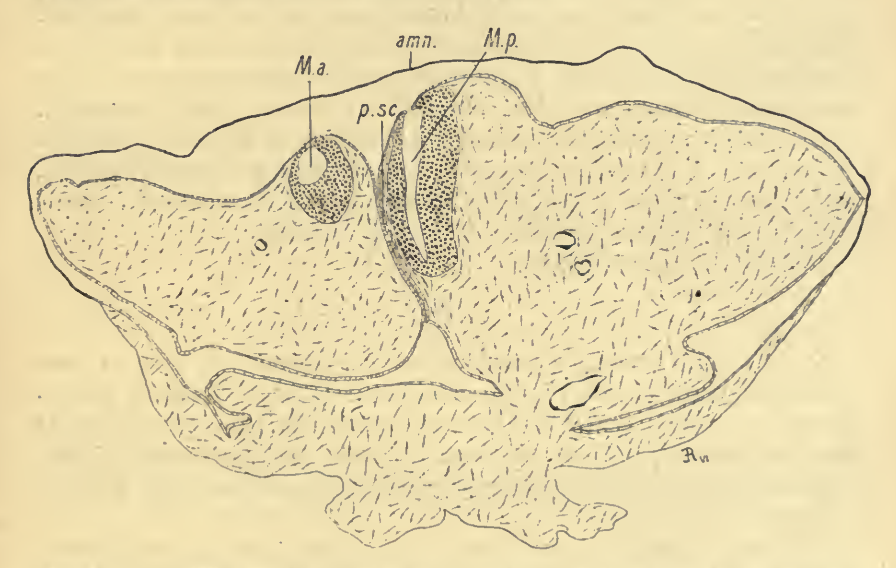


Fig. 6. — Coupe passant par les membres postérieurs, en arrière de la précédente. *M.p.*, moelle principale au niveau de l'incurvation caudale; *M.a*, moelle accessoire; *p.sc*, plan de scission séparant les deux parties du corps.

Enfin, tout à fait en arrière, lorsque la moelle principale commence à se recourber pour devenir la moelle coccygienne (*fig.* 6), on voit l'ectoderme s'insinuer entre les deux axes médullaires et constituer bientôt une cloison complète de séparation; la partie droite du corps et la partie gauche deviennent tout à fait indépendantes l'une de l'autre, chaque axe médullaire accompagne l'un des deux membres postérieurs, constitué à cette phase par un tissu mésodermique non différencié.

Dans tout l'ensemble de l'embryon, nous ne trouvons aucun autre phénomène comparable à celui qui intéresse le système nerveux : la corde dorsale ne se divise pas; l'aorte, double dans la partie antérieure, ne forme qu'un

seul tissu à la partie postérieure, mais ce n'est pas là un phénomène exceptionnel. Il est simplement à remarquer que la veine cardinale gauche a un volume plus considérable qu'à l'ordinaire et que les formations wolfiennes sont peut-être en nombre plus grand que du côté opposé.

Les lames musculaires demandent une mention spéciale.

Tout à fait au début de la région médullaire, nous avons constaté l'existence de *trois* plaques musculaires, une à droite, normale, et deux à gauche très voisines. Plus en arrière, lorsque la division de la moelle est un fait accompli, il apparaît, entre les deux fragments, une quatrième lame musculaire; celle-ci naît sur place, ne paraissant contracter en un point quelconque de son trajet aucun rapport avec les trois autres. Elle est de dimensions moyennes.

La situation relative de ces quatre lames musculaires est assez singulière. Il semblerait qu'elles devraient être disposées deux à deux par rapport aux fragments médullaires : une à gauche du fragment accessoire, une à droite du fragment principal et les deux autres dos à dos entre les deux fragments. Au contraire, des quatre lames *deux sont à gauche* du fragment accessoire, les deux autres sont situées normalement par rapport au fragment principal, mais il est à remarquer que, par sa position, la lame surnuméraire semble appartenir au fragment accessoire.

Il n'existe qu'un seul amnios.

II

Si nous considérons la disposition que nous venons d'exposer, en nous plaçant au point de vue de l'existence de deux centres de formation convergents, parvenant au contact et se soudant, c'est en vain que nous chercherons une trace quelconque de ce processus. La dualité est ici strictement limitée à la moelle et aux formations musculaires; tout laisse à penser que telle est la disposition primitive.

Il ne saurait être question, en effet, d'admettre la régression d'un embryon préalablement complet et qui se serait progressivement réduit, tels les *monstres splanchnodymes* [1] que M. Louis Blanc a imaginés et chez lesquels la dualité primitive serait simplement révélée par des vestiges viscéraux plus ou moins apparents. Suivant toute probabilité, s'il y a eu soudure et régression consécutive, on doit en trouver quelques indices dans une masse embryonnaire qui a subi trois jours et demi environ d'incubation. La marche de la soudure et celle de la régression se font en général avec une certaine lenteur; il serait surprenant qu'elles fussent précisément d'une extraordinaire rapidité après soudure de deux individus, alors qu'il serait si important de constater l'une et l'autre.

Dans le cas actuel, rien ne nous autorise à admettre une dualité antécédente.

---

1. Louis Blanc. Les monstres doubles splanchnodymes (*Société linnéenne,* Lyon 1896).

L'embryon appartient au groupe des Cyclopes proprement dits, ceux que j'ai appelés *Monophtalmes*[1]. Il n'a donc qu'un seul œil, le second étant en voie de régression *lente* ou tout au moins en état d'arrêt de croissance. L'œil persistant se trouve même, par exception, réduit à la rétine, le cristallin manque complètement. L'embryon n'a aussi qu'une seule fossette olfactive. Ces caractères sont ceux de tous les Cyclocéphaliens monophtalmes, qu'ils aient ou non la moelle caudale bifurquée.

En somme, loin de présenter les marques de dualité, la partie antérieure du corps est, au contraire, simplifiée dans quelques-unes de ses parties.

Les seules formations doubles que l'on rencontre sont les lames musculaires. Il suffit d'examiner attentivement leur situation respective, pour éliminer immédiatement toute hypothèse de soudure de deux masses embryonnaires. En effet, la première lame surnuméraire qui apparaît se trouve à la gauche du système nerveux, à côté de la lame normale; la deuxième lame surnuméraire est située entre les deux fragments de moelle. Il est bien évident que s'il y avait eu deux embryons primitivement distincts, possédant chacun ses deux lames musculaires, une fois la soudure effectuée, des quatre lames de l'individu double l'une serait à droite, l'autre à gauche, les deux autres seraient au contact sur le plan de soudure, entre les deux moelles.

En outre, s'il s'agissait d'un processus de confluence, il serait vraiment étrange que l'un des individus fût réduit au système nerveux et aux lames musculaires, ne montrant aucun vestige de la corde dorsale, du tube digestif, des vaisseaux, etc., même dans sa partie libre.

L'hypothèse de la soudure secondaire ne répond donc, en aucune façon, au cas actuel. Loin de l'expliquer, cette hypothèse fait surgir au contraire une série d'objections fort embarrassantes; il faudrait sans doute recourir à des interprétations tortueuses, pour la faire cadrer avec les données de l'observation pure.

Peut-on concevoir, néanmoins, qu'il y ait eu polygénèse dans le sens indiqué par mon précédent mémoire, c'est-à-dire deux centres de formation empiétant l'un sur l'autre dans des régions communes du blastoderme? Dans ces conditions, il n'interviendrait aucun processus de soudure de deux masses indépendantes et toute une série des précédentes objections tomberaient d'elles-mêmes. Néanmoins cette manière de voir n'est pas admissible. Chaque centre de formation devrait se trouver au complet dans sa partie indépendante, l'un et l'autre système nerveux devrait être accompagné de diverses ébauches, digestive, cordale, wolfienne, etc., et dans une situation relative rappelant la situation normale. Ces ébauches manquent, et les seules ébauches musculaires dont nous avons constaté l'existence occupent une situation et ont une position relative tout à fait singulières. Et ce qui marque

1. Etienne Rabaud. Recherches embryologiques sur les Cyclocéphaliens.

surtout l'état incomplet des formations, c'est qu'il existe seulement deux membres postérieurs, chacun se trouvant rattaché séparément à un fragment de moelle.

Nous remarquerons, d'ailleurs, que la masse totale du système nerveux ne paraît pas sensiblement supérieure à une masse normale. Le fragment accessoire de la moelle est d'un volume relativement faible, celui du fragment principal ne dépasse pas la normale. Sans doute, sur certaines coupes, le tissu nerveux de la masse principale semble être surabondant. Cela ne constitue nullement une preuve, car j'ai pu constater assez fréquemment, chez les Cyclopes, une excessive prolifération du système nerveux, sans que pour cela on fût autorisé à parler, d'une façon quelconque, de formation surnuméraire. Au surplus, cette abondance est assez localisée ; elle ne porte nullement sur la longueur totale de l'axe médullaire.

En outre, il importe de remarquer que les formations musculaires ne sont peut-être pas elles-mêmes supplémentaires, si l'on totalise leurs divers fragments. Les formations doubles (*p.m.d.*) [dont les dimensions ont été exagérées par erreur sur une ou deux figures], représentent en réalité la substance d'une seule, et dans la région où il existe quatre ébauches musculaires, l'ébauche normale (*fig. 5*, *p.m.*) équivaut sensiblement à l'ensemble des trois autres (*p.m.d.* et *p.m.s.*). Seules, les formations wolfiennes d'un côté et la veine du même côté sont légèrement plus volumineuses qu'à l'état normal.

Si, à toutes ces constatations, on ajoute celle de l'existence de deux membres postérieurs seulement, on aura l'indication précise de la signification vraie de l'anomalie. Nous sommes vraisemblablement en présence d'une *formation dissociée :* le système nerveux, dans son extrémité postérieure, s'est constitué en deux fragments ; il suffit de les rapprocher par la pensée pour rétablir l'unité. La fissiparité ne retentit pas sur l'ensemble des organes voisins. Seules, les lames musculaires ont subi un phénomène de multiplication, multiplication qui n'est probablement qu'une fragmentation par voie d'action corrélative. Dans tous les cas, formation surnuméraire ou formation dissociée, le phénomène ne se répercute nullement sur les membres postérieurs, il y en a deux seulement et non pas quatre.

III

Le processus de *formation dissociée* (*schistopoïèse*) lui-même ne présente rien qui puisse surprendre. Nous savons, en effet, que le fait de la localisation des ébauches en un lieu circonscrit du blastoderme est un fait acquis au cours de la phylogénèse. En particulier, nous savons que la propriété sensitive appartient primitivement non pas à tels ou tels éléments de l'ectoderme, mais à tous les éléments de cet ectoderme ; tous, par conséquent, sont capables, le cas échéant, de se transformer en éléments purement nerveux. Il

n'est donc pas irrationnel d'admettre que l'ectoderme blastodermique conserve en puissance cette propriété primitive, qui revient en somme à l'indifférence histogénique et que, par suite, une région quelconque de cet ectoderme puisse, sous l'influence d'une cause donnée, passer de la puissance à l'acte, tandis que, inversement, une autre région cesse de se transformer dans le sens nerveux.

Les Cyclocéphaliens nous fournissent la démonstration visible du phénomène. Chez eux, nous voyons tout l'ectoderme dorsal de la tête, parfois même l'ectoderme latéral se transformer ainsi en une large surface nerveuse.

La bifidité qui nous occupe est un processus assez analogue, et qui, par une rencontre certainement occasionnelle, appartient précisément à un cyclope.

La *formation dissociée* (*schistopoièse*) ne saurait être confondue avec une *formation surnuméraire* (polygénèse). Celle-ci n'intéresse nullement la quantité du tissu produit, mais seulement sa cohésion ; l'organisme ne possède ni plus ni moins d'éléments nerveux, ces éléments se répartissent en deux masses distinctes au lieu de se grouper en une seule. Celle-là correspond à un accroissement de la quantité d'un tissu donné, il se forme deux ou plusieurs organes, deux ou plusieurs individus au lieu d'un seul. La différence entre les deux est donc extrêmement sensible.

La *formation dissociée* n'est pas davantage l'équivalent de l'ovotomie. La première est beaucoup plus tardive que la seconde ; elle s'établit au moment où le blastoderme est définitivement constitué, elle n'a point les mêmes conséquences. L'ovotomie peut, en effet, déterminer des monstres doubles, c'est-à-dire deux masses embryonnaires, dont les parties indépendantes, et parfois aussi quelques-unes des parties communes, sont tout à fait complètes.

La *schistopoièse* porte assez strictement sur une ébauche, elle ne retentit que fort peu, par action corrélative, sur les ébauches voisines ; elle ne paraît pas être suivie de la constitution de parties du corps complètes, elle ne détermine donc pas un monstre double.

Cependant l'action corrélative des fragments d'une ébauche dissociée n'est pas absolument nulle. Dans le cas particulier qui nous occupe, il est sensible que cette action a provoqué, sinon une lame musculaire surnuméraire, du moins la dissociation de l'une d'entre elles; elle semble aussi avoir déterminé l'accroissement d'une veine et des formations wolfiennes. Dans tous les cas, il s'agit là d'une action très limitée, n'allant pas jusqu'à la constitution d'un individu entier. La dissociation se marque nettement, et si l'existence de certaines ébauches doubles peut entraîner un doute, l'existence de demi-ébauches doit lever toutes les hésitations.

*
* *

Cette observation constitue un document, qui sera un précieux point de

comparaison avec les cas de catadidymie. Telle qu'elle est, cette observation tend à indiquer que le dédoublement, dans le sens de formations primitivement dissociées, n'est pas l'un des processus d'où dérivent les monstres doubles. Mais une telle conclusion ne peut s'appliquer qu'aux Vertébrés et même aux Vertébrés supérieurs. Les observations de M. W. Patten[1], en effet, montrent chez *Limulus Polyphemus* la réalité d'un dédoublement, dédoublement secondaire, portant sur toutes les ébauches d'une partie plus ou moins étendue du corps. Ce dédoublement est suivi de la régénération des deux moitiés séparées et la constitution de monstres multiples.

Un tel phénomène pourrait peut-être se rencontrer chez les vertébrés inférieurs, les Batraciens par exemple, chez lesquels la régénération est relativement facile; il est douteux qu'il puisse se rencontrer chez les Oiseaux et les Mammifères, même durant la période embryonnaire.

Dans tous les cas, l'existence de ces processus si spéciaux nous entraîne à ne généraliser qu'avec la plus grande prudence. Nos jugements ne doivent porter que sur le groupe zoologique directement soumis à notre observation et rien ne nous autorise encore à porter un jugement absolu. S'il nous paraît que la formation dissociée est la seule manifestation possible du dédoublement chez les Vertébrés supérieurs, s'il nous paraît que cette schistopoïèse ne peut être suivie d'une régénération secondaire dans les mêmes groupes, nos conclusions ne peuvent s'étendre au delà. En matière de polygénèse tout nous porte à croire qu'il n'y a point de principes absolus.

---

1. W. Patten, Variations in the development of *Limulus Polyphemus* (*Journal of Morphology,* 1896).

SUR
LES PREMIÈRES DIFFÉRENCIATIONS CELLULAIRES
DANS
LA GLANDE HERMAPHRODITE D' « HELIX POMATIA »

Par P. ANCEL
CHEF DE LABORATOIRE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY.

(*Travail du Laboratoire d'anatomie.*)

NOTE PRÉLIMINAIRE

La glande génitale d'*Helix* est primitivement constituée par un agrégat cellulaire formant une masse pleine. De très bonne heure, une cavité apparaît au milieu de ce groupe d'éléments. Ceux-ci se disposent sur une seule couche et tapissent régulièrement la paroi du cul-de-sac glandulaire ainsi formé. En différents points de ce cul-de-sac primitif, des groupes cellulaires prolifèrent activement et donnent naissance à des culs-de-sac secondaires toujours creux à leur origine et dont la lumière communique avec celle du cul-de-sac primitif[1].

Au moment où nous allons l'étudier, la future glande hermaphrodite se montre constituée par un plus ou moins grand nombre de culs-de-sac en communication avec le canal hermaphrodite.

La paroi de ces culs-de-sac est tapissée par une couche cellulaire unique dont tous les éléments sont semblables entre eux. Rectangulaires ou plus ou moins arrondis, ils possèdent un noyau relativement volumineux et allongé dont la chromatine est rassemblée en petits blocs pressés les uns contre les autres. (Les *Helix* chez lesquels nous avons rencontré des glandes génitales parvenues à ce stade du développement avaient été pris au nid dans les premiers jours qui suivent l'éclosion.) C'est aux dépens de ces cellules dont le groupement constitue un véritable épithélium germinatif que vont se produire des différenciations dont nous trouverons les résultats dans la glande sexuelle jeune.

Quelques-unes des cellules épithéliales tapissant la paroi des culs-de-sac glandulaires augmentent de volume, leur noyau s'arrondit et la chromatine

---

1. Nous avons décrit ces premières périodes du développement dans une note précédente. Ancel : Sur les premières phases du développement de la glande génitale et du canal hermaphrodite chez « Helix pomatia ». (*Bibliographie anatomique,* fasc. 3, année 1902.)

subit des modifications importantes. Certains des blocs chromatiques plus ou moins allongés se raccourcissent et se fusionnent les uns avec les autres, constituant ainsi des taches chromatiques volumineuses. Ces taches tendent de plus en plus à s'arrondir tout en constituant des centres où viennent aboutir un certain nombre de bâtonnets chromatiques. Nous appellerons la cellule arrivée à ce stade, *cellule progerminative indifférente,* dénomination qui sera justifiée par l'étude ultérieure du développement.

Une partie de la chromatine de cet élément progerminatif indifférent perd son affinité pour les réactifs colorants basiques tandis que les taches s'arrondissent de plus en plus et que le noyau et la cellule tout entière augmentent de volume. A cette époque, persistent encore un certain nombre de taches chromatiques d'où partent de minces filaments unissant dans la plupart des cas deux des taches entre elles.

Passant par ces stades successifs, la cellule progerminative indifférente se trouve transformée en un élément plus volumineux, sphérique, à noyau arrondi, très développé, possédant quelques gros nucléoles nucléiniens formés aux dépens des taches chromatiques qui se sont complètement arrondies. Ce nouvel élément, facilement reconnaissable au milieu des cellules épithéliales non transformées, mérite le nom de *cellule progerminative mâle.* Son évolution nous prouve, en effet, qu'il est, dès cette époque, déterminé dans le sens mâle.

Chez un jeune animal sacrifié le 2 février et mesurant 20 millimètres de diamètre, nous trouvons plusieurs de ces cellules progerminatives mâles en mitose. Les produits de cette division seront des spermatogonies, ainsi que le montrent des glandes plus âgées. Les cellules progerminatives mâles ne se reproduisent jamais par mitose ; elles donnent toujours naissance à des spermatogonies et toutes celles que l'on rencontre proviennent directement de la transformation d'une cellule épithéliale primitive.

Les spermatogonies ainsi formées méritent le nom de spermatogonies de premier ordre; ce sont des éléments pédiculés, volumineux dont le pied reste en contact avec la paroi. Le noyau est situé dans la partie arrondie de l'élément et entouré d'une couche protoplasmique assez épaisse. Le réseau chromatique est formé par des travées très robustes.

Les spermatogonies de premier ordre se divisent à leur tour mitosiquement et donnent ainsi naissance à des spermatogonies de deuxième ordre. Ces dernières, pédiculées comme les précédentes et en rapport avec la paroi, sont plus petites, leur noyau renferme un réticulum formé de très fines travées et la couche protoplasmique qui l'entoure est beaucoup plus faible que dans les spermatogonies de premier ordre. La différence d'aspect est telle qu'on peut reconnaître les deux espèces de spermatogonies au premier coup d'œil.

Tandis que se produisent ces divisions successives, de nouvelles cellules

épithéliales subissent la transformation sexuelle; aussi, peut-on trouver, au stade que nous étudions, tous les aspects décrits jusqu'ici.

A ce moment, on voit une grande quantité de cellules épithéliales augmenter de volume sans que se modifie la disposition des blocs chromatiques de leur noyau. Puis dans le cytoplasme de ces éléments se montrent des grains arrondis, colorables par l'acide osmique. Ces nouveaux éléments méritent le nom de *cellules nourricières :* ce seront les futures cellules à pied ou cellules basales décrites dans la glande adulte.

Quand ces éléments nourriciers sont bien caractérisés on voit apparaître des phénomènes très intéressants qu'il nous reste à exposer.

Tandis que les cellules nourricières commencent à se différencier, la transformation d'un certain nombre d'éléments épithéliaux en cellules sexuelles continue toujours, elle se fera d'ailleurs encore pendant longtemps. Mais dès que les éléments nourriciers sont constitués, les cellules progerminatives indifférentes ne présentent plus les différents stades par lesquels nous les avons vus passer successivement pour arriver à constituer la cellule progerminative mâle. La cellule épithéliale, orientée dans le sens sexuel, arrive comme précédemment au stade de cellule progerminative indifférente. A ce moment apparaissent, dans son cytoplasme, des grains absolument semblables à ceux que renferment les cellules nourricières et colorés en noir par l'acide osmique. Cet élément progerminatif indifférent prend alors un aspect particulier; le volume du cytoplasme augmente beaucoup plus rapidement que celui du noyau et la chromatine de ce dernier subit des remaniements que nous n'avons pas encore eus à décrire. Tandis que vers le centre du noyau, les taches chromatiques de la cellule indifférente persistent, on voit s'accumuler à la périphérie un grand nombre de petits nucléoles nucléiniens, arrondis, unis deux à deux par de minces filaments. Nous avons, dès ce moment, affaire à un élément nouveau, c'est une *cellule femelle.*

Peu à peu, les taches chromatiques centrales disparaissent, le nombre des nucléoles augmente et bientôt toute la chromatine s'applique contre la membrane nucléaire, le centre du noyau apparaît comme une tache claire. Pendant ce temps, le volume du cytoplasme augmente de plus en plus, l'ovocyte est constitué.

Jamais nous n'avons vu ces cellules se diviser; elles continueront à augmenter de volume jusqu'à la période de maturation.

Nous reconnaissons donc dans la glande hermaphrodite d'*Helix pomatia* des différenciations dans deux sens différents : sexuel et nourricier.

Tous les éléments de la glande génitale jeune se constituent aux dépens des cellules épithéliales indifférentes formant la première ébauche glandulaire.

Tout d'abord apparaissent, en passant par le stade de cellule progerminative indifférente, des éléments volumineux, cellules progerminatives mâles

qui fourniront, par division indirecte, des spermatogonies de premier ordre donnant elles-mêmes, par un procédé semblable, des spermatogonies de deuxième ordre.

Un peu plus tard se montrent les éléments nourriciers dans le cytoplasme desquels s'accumulent des grains colorables par l'acide osmique. Ces éléments proviennent de cellules épithéliales qui ont augmenté de volume et dont la chromatine n'a subi aucun remaniement.

Après la différenciation des éléments nourriciers, *toutes les cellules épithéliales orientées dans le sens sexuel deviennent des cellules femelles*. Elles passent comme les éléments mâles par le stade de cellule progerminative indifférente, mais, à cette époque, accumulent dans leur cytoplasme du matériel nutritif et doivent, dès ce moment, être considérées comme des éléments femelles en voie d'accroissement, c'est-à-dire des ovocytes. La cellule progerminative indifférente devient donc directement ovocyte sans qu'il soit possible de reconnaître un état spécial correspondant à l'ovogonie.

En somme, trois périodes *successives* ainsi décomposées :

1° Apparition des cellules mâles ;

2° Apparition des éléments nourriciers ;

3° Apparition des cellules femelles.

Ces résultats peuvent présenter un grand intérêt au sujet de la signification et de la valeur des produits sexuels dans toute la série zoologique et aussi en ce qui concerne le déterminisme cellulaire du sexe. Nous nous réservons de montrer les déductions qu'on en peut tirer et les hypothèses qu'ils sont susceptibles de suggérer dans un travail d'ensemble sur le développement de la glande hermaphrodite d'*Helix*.

RECHERCHES

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DU FOIE

CHEZ LE CANARD

Par A. WEBER

PROSECTEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

(*Travail du laboratoire d'Anatomie.*)

NOTE PRÉLIMINAIRE

Le développement du foie chez les Oiseaux a fait l'objet d'un assez grand nombre de travaux dans ces dernières années; mais, malgré la qualité et la quantité des observateurs, un certain nombre de faits, ainsi que le remarque PIPER (1902), restent encore à préciser dans cette importante question.

Le Canard n'a jamais été étudié d'une façon spéciale au point de vue des ébauches hépatiques, aussi ai-je pensé qu'il était intéressant de mettre en regard des résultats obtenus jusqu'ici, les particularités que j'ai notées chez les embryons de cet Oiseau.

GÖTTE (1867), FOSTER et BALFOUR (1876), KŒLLIKER (1879), BALFOUR (1881) décrivent la première ébauche hépatique sous forme de deux diverticules épithéliaux nés au point où la paroi ventrale du tube intestinal se replie en arrière du cœur, en avant du conduit ombilico-intestinal; de ces deux diverticules, l'un est crânial, l'autre caudal; ce dernier fournit la vésicule biliaire. Les ramifications des deux diverticules s'anastomosent entre elles autour du *ductus venosus* et contractent avec des capillaires nés de ce vaisseau des rapports étroits qui donnent à la glande sa texture caractéristique.

Pour SHORE (1891) la première ébauche du foie du Poulet serait unique puis se bifurquerait en deux diverticules.

FELIX (1892) retrouve les diverticules étudiés par les précédents auteurs; au moyen de la méthode de reconstruction plastique, il étudie l'anastomose des ramifications provenant des bourgeons primitifs; le diverticule hépatique crânial ne fournit qu'une faible partie des ramifications épithéliales et sert de canal excréteur au foie; le diverticule caudal se comporte d'une façon très particulière. Sur ce diverticule et près de l'intestin se forme la vésicule biliaire; à ce moment cette vésicule est unie aux ramifications hépatiques par un canal, partie distale du diverticule hépatique caudal, le canal hépato-cystique, et à l'intestin par le canal cystico-entérique. D'après FELIX, le canal hépato-cystique s'atrophierait et disparaîtrait; à ce moment la vésicule bi-

liaire n'est donc plus reliée au parenchyme hépatique; elle va de nouveau contracter des rapports avec les ramifications épithéliales de l'organe par la production de nouveaux canaux hépato-cystiques : chez le Poulet il n'y aurait pas de formation d'un canal cholédoque.

Hammar (1893) fait porter ses recherches sur des embryons de Poulet dont il donne des reconstructions, des séries de coupes de deux embryons de Canard et d'un embryon de Mouette.

Chez le Poulet le diverticule crânial apparaîtrait le premier, les anastomoses entre les ramifications des diverticules hépatiques forment une sorte de cylindre de chaque côté du *ductus venosus;* du côté gauche où les anastomoses se sont faites en premier lieu, le tissu hépatique plus épais formera le lobe gauche du foie. L'auteur n'a pas retrouvé les particularités signalées par Felix au sujet des canaux hépato-cystiques, il les considère non comme des néoformations mais comme des restes du diverticule hépatique caudal. Chez des embryons avancés, la région du tube digestif où débouchaient primitivement des diverticules hépatiques s'est transformés en un tube, le canal cholédoque, où viennent se brancher le canal cystique et le canal hépatique.

En 1897, Hammar reprend ses recherches chez le Poulet, *Larus canus* et *Sterna paradisiaca,* et homologue les diverticules hépatiques primitifs des Oiseaux à l'ébauche compacte du foie des Mammifères.

Brouha (1898) insiste particulièrement sur la première ébauche du foie chez le Poulet. Chez cet oiseau, la gouttière hépatique contracte des rapports variables avec l'ombilic intestinal; par suite de la progression en avant de cet ombilic, la gouttière hépatique est incorporée pendant un certain moment à sa paroi et s'en sépare, donne à son extrémité ventrale l'ébauche de la vésicule biliaire, puis deux diverticules, dont le dorsal ou crânial apparaît le premier et se transforme en canal hépato-entérique, l'autre, le ventral ou caudal, plus tardif, sert de canal excréteur au foie et à la vésicule biliaire. Se rangeant à l'opinion de Felix, Brouha admet l'oblitération passagère du canal hépato-cystique transformé en travées épithéliales pleines; mais cette disposition ne serait que très fugace et de nouveau se creuserait un canal entre le foie et le canal cystique.

Choronschitzky (1899) a étudié le développement du foie chez le Poulet. Il décrit comme première ébauche hépatique une légère invagination de l'entoderme en arrière de l'ébauche cardiaque et sur le bord antérieur de l'ombilic intestinal; ce diverticule large et peu profond se développe et vient buter contre le *sinus venosus,* il se divise alors en deux bourgeons creux, l'un dorsal ou crânial, l'autre ventral ou caudal. Les deux conduits hépatiques ainsi formés donnent à leurs extrémités des ramifications qui entourent le *sinus reuniens* et s'anastomosent entre elles. La vésicule biliaire est un véritable diverticule qui naît au côté ventral du conduit hépatique caudal. Le cholédoque se forme par la transformation en tube allongé de la portion d'in-

testin où débouchaient les conduits hépatiques primitifs; de ces deux canaux un seul persiste en totalité : c'est le canal hépato-entérique provenant du diverticule hépatique crânial, le second disparaît dans sa portion hépato-cystique et ne persiste que comme canal cystique allant de la vésicule biliaire au cholédoque.

Il faut signaler encore un travail de ABRAHAM (1901) qui décrit un processus tout particulier du développement du foie chez *Melopsittacus undulatus*. Chez cet oiseau la première ébauche hépatique serait un épaississement pair et bilatéral de la région antérieure du pourtour ombilico-intestinal. Après fermeture de la gouttière intestinale cette double ébauche est incorporée au tube digestif.

Dans une intéressante mise au point du développement du foie, du pancréas et de la rate chez les Vertébrés, PIPER (1902) fait très bien ressortir quels sont les points concernant le développement du foie des Oiseaux qui demandent éclaircissement, notamment en ce qui concerne la formation des canaux hépato-cystiques et cystiques chez les animaux qui ont un cholédoque tel que le Poulet (?) et chez ceux où les deux canaux hépato-entérique et cystique débouchent isolément dans le duodénum de l'adulte comme chez le Canard (GADOW, 1891).

La première indication de la formation du foie, chez le Canard, est une gouttière hépatique; ce *pli hépatique* de certains auteurs termine en avant, à la façon d'une proue de navire, la gouttière intestinale encore largement ouverte sur la cavité vitelline; il est situé immédiatement en arrière de l'ébauche cardiaque, et spécialement de la partie veineuse du cœur; c'est à ce niveau que le tube digestif déjà constitué dans la région branchiale se continue avec la gouttière intestinale ou, en d'autres termes, que la paroi ventrale de l'intestin antérieur se reploie pour recouvrir le jaune et devenir endoderme vitellin.

A la trente-huitième heure d'incubation, chez les embryons possédant 8 proto-vertèbres, on trouve déjà à ce niveau toute une zone épaissie de l'épithélium, épaississement localisé non seulement à la gouttière hépatique mais qui se prolonge sur les côtés de la gouttière intestinale. Les nombreuses divisions cellulaires qu'on trouve à ce niveau me font croire qu'il n'y a pas seulement là une réserve pour l'ébauche hépatique, mais aussi une zone d'accroissement pour le tube digestif [1].

On ne trouve pas, en effet, d'ébauche hépatique proprement dite avant la cinquante-septième heure d'incubation, embryon de 23 proto-vertèbres.

---

1. Dans un travail en préparation sur le développement du foie et des pancréas chez le canard, j'indiquerai les rapports étroits qui existent entre cette masse cellulaire et les trois ébauches pancréatiques.

A ce moment, aux dépens de la gouttière hépatique des stades précédents, se forme le premier des deux diverticules hépatiques. Contrairement à ce qui se passe chez le Poulet, c'est, chez le Canard, le diverticule ventral ou caudal qui apparaît le premier. Au stade où nous l'étudions, il s'ouvre largement à l'extrémité ventrale de la gouttière hépatique par un pédicule court et aplati dans le sens dorso-ventral (*fig. 1*). Ce pédicule se continue sur les côtés et en avant par deux diverticules, l'un droit, l'autre gauche, dont les parois épi-

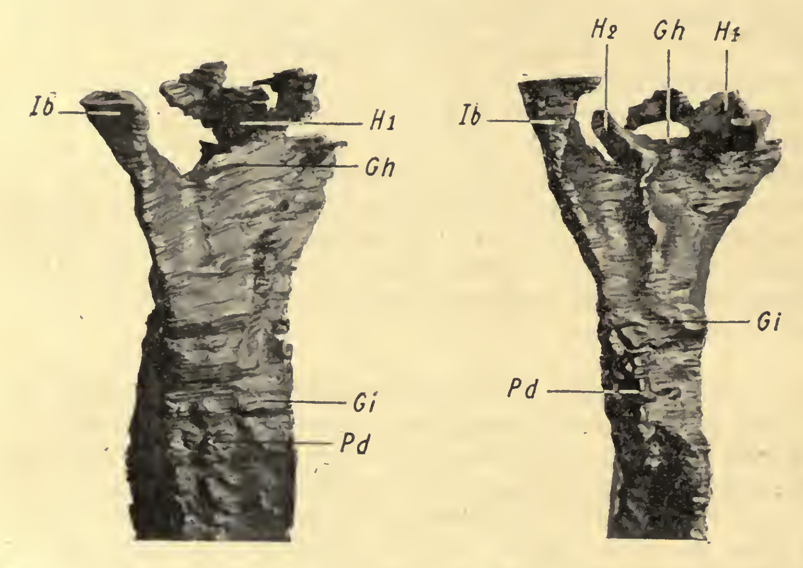


Fig. 1. — Photographie d'une reconstruction plastique de l'ébauche hépatique chez un embryon de 23 protovertèbres. Vue dorso-latérale. Le moule a été obtenu avec un grossissement de 200 diamètres. Réduction photographique environ des trois quarts. *Ib*, intestin branchial; *Gh*, gouttière hépatique; H_1, diverticule hépatique caudal; *Gi*, parois de la gouttière intestinale; *Pd*, ébauche pancréatique dorsale.

Fig. 2. — Photographie d'une reconstruction plastique de l'ébauche hépatique d'un embryon de 28 protovertèbres. Vue latérale droite (même échelle que pour le précédent). *Ib*, intestin branchial; *Gh*, gouttière hépatique; H_1, diverticule hépatique caudal; H_2, diverticule hépatique crânial; *Gi*, parois de la gouttière intestinale; *Pd*, ébauche pancréatique dorsale.

théliales assez épaisses en certains points commencent déjà à bourgeonner et à donner de petits rameaux pleins.

Chez cet embryon, il n'y a aucune trace du diverticule hépatique crânial ou dorsal. Il n'apparaît que chez un Canard de soixante heures d'incubation et de 28 proto-vertèbres (*fig. 2*). Le diverticule caudal a gardé sa forme caractéristique du stade précédent; les deux diverticules branchés sur le pédicule court et large ont cependant des tendances à s'en isoler en se pédiculisant à leur tour, tout en continuant à donner des bourgeons épithéliaux.

Le diverticule crânial est un petit cæcum court et rectiligne à parois rela-

tivement peu épaisses situé à l'extrémité dorsale de la gouttière hépatique et parallèlement au tube digestif.

A ce moment les deux diverticules hépatiques sont situés, l'un à la face ventrale de l'anastomose, entre les deux veines omphalo-mésentériques ou *sinus reuniens*, l'autre à la face dorsale.

Je passe sans m'arrêter sur des stades où les deux diverticules accroissent de taille pour décrire un Canard de soixante-cinq heures.

Chez cet embryon l'ébauche hépatique se présente de la façon suivante. A la face ventrale du *sinus reuniens* est une riche arborisation épithéliale réunie à la cavité digestive par un pédicule aplati dans le sens transversal.

Cette portion de l'ébauche du foie dérive du diverticule hépatique caudal; on distingue dans l'arborisation deux régions, séparées l'une de l'autre par un sillon sensiblement médian et qui répondent aux ramifications des deux branches du diverticule hépatique caudal des premiers stades. De ces deux parties de l'arborisation l'une, du côté droit, est plus développée dans le sens transversal que celle qui s'applique au côté gauche du *sinus reuniens,* mais par contre, cette dernière est plus allongée et recouvre légèrement l'extrémité inférieure du conduit de Cuvier gauche. La lumière du diverticule caudal ne se continue pas loin dans les ramifications qui sont en majeure partie des travées épithéliales pleines. Le diverticule hépatique crânial de cet embryon s'est considérablement accru en longueur, mais ne présente encore aucune trace de ramification.

Il est aplati dans le sens dorso-ventral et s'applique étroitement à la surface dorsale du *sinus reuniens.*

Les modifications que je trouve chez un embryon de 81 heures sont les suivantes. Les ramifications du diverticule hépatique caudal entourent de plus en plus le *sinus reuniens.* Du côté gauche elles passent en dessous de l'abouchement du canal de Cuvier de ce côté dans le *sinus* et marchent à la rencontre du diverticule crânial. L'extrémité de ce dernier s'est modifiée, elle s'est élargie tout en restant très aplatie dans le sens dorso-ventral et donne quelques petites ramifications épithéliales surtout du côté droit. Ces ramifications, pleines à leur extrémité, se dirigent vers celles de la partie droite de l'arborisation hépatique caudale.

L'anastomose des deux ébauches du foie est chose faite chez un embryon de 90 heures. En deux points les rares ramifications épithéliales données par le diverticule hépatique crânial se fusionnent à la riche arborisation dérivée du diverticule caudal. Au côté gauche du *sinus reuniens,* l'anastomose se fait d'abord entre une branche du diverticule crânial dirigée sagittalement et un des rameaux de la portion caudale.

Cette fusion se produit en arrière du canal de Cuvier gauche; par suite de l'intrication qui s'est produite spécialement à gauche entre des ébauches vasculaires sanguines et les ramifications épithéliales du conduit hépatique

caudal, on pourrait croire un instant que cette anastomose gauche traverse la cavité même du *sinus reuniens*. Du côté droit, le diverticule hépatique crânial envoie une autre branche, dirigée transversalement celle-là, qui s'unit avec un des rameaux de la portion droite de l'arborisation ventrale[1].

Chez le même embryon se remarque une modification importante de l'extrémité proximale du diverticule hépatique caudal. Cette modification qui avait déjà commencé à se manifester chez des embryons plus jeunes est en rapport avec l'ébauche de la future vésicule biliaire. La partie du diverticule caudal intermédiaire à l'intestin et à l'arborisation hépatique ventrale, portion qui dérive manifestement du court pédicule des tous premiers stades, subit une dilatation suivant chacun de ses rayons, c'est-à-dire qu'il n'y a pas là, comme on l'a décrit chez d'autres Oiseaux, une dilatation du conduit hépatique localisée d'un seul côté ou une évagination latérale de ce canal, mais une véritable augmentation de calibre du diverticule hépatique caudal.

Telle qu'elle se trouve à ce stade, l'ébauche hépatique est donc esquissée dans ses grandes lignes.

Je n'indiquerai pas d'une façon particulière les modifications qui se passent dans le parenchyme hépatique, n'ayant pas l'intention de décrire ici l'histogénèse, mais seulement de résumer l'organogénèse du foie chez le Canard. Les travées hépatiques se multiplient et l'ébauche se complique de plus en plus par anastomose des diverses ramifications et enchevêtrement des formations vasculaires sanguines avec la partie épithéliale. Chez des embryons de cinq à sept jours le foie prend une importance croissante par rapport aux autres organes de la cavité abdominale ; il dépasse un peu la ligne médiane à gauche mais occupe surtout une position latérale droite. Enfin, chez un embryon de Canard de sept jours, deux lobes commencent à se marquer sur le foie; l'un gauche et antérieur séparé des organes de la paroi abdominale postérieure par l'estomac, l'autre droit arrivant en contact avec la paroi abdominale postérieure spécialement avec le corps de Wolff droit.

Ainsi que le montre le court historique donné au début de cette note, l'évolution des canaux hépatiques dérivés des diverticules des premiers stades est assez mal connue ; j'ai pu les suivre jusque sur un embryon de Canard de sept jours d'incubation.

Au stade où je l'ai laissé, le canal hépatique crânial qui mérite le nom, maintenant que l'intestin est formé, de canal hépato-entérique, s'unissait au tube digestif, un peu en avant de l'abouchement du conduit caudal dont le séparaient les ébauches pancréatiques ventrales. Sur l'extrémité distale de ce conduit hépato-entérique se branchaient plusieurs ramifications prolongées par les travées épithéliales hépatiques et dont j'ai décrit l'origine. Chez un

1. C'est l'anastomose du côté gauche qui est la plus précoce : chez un embryon de 86 heures, elle existe seule.

embryon un peu plus développé (110 heures) ce canal présente une particularité remarquable.

Au niveau du point où il semble se ramifier s'est développé une dilatation ampullaire (*fig. 3*) aussi considérable à ce stade que l'ébauche de la vésicule biliaire et où débouchent des canaux épithéliaux venant des ramifications de la glande.

Cette dilatation plus ou moins marquée suivant les embryons mais constante entre 104 et 120 heures d'incubation, présente son maximum de développement vers 110 heures. Elle est du reste appelée à disparaître et, au dernier stade étudié, le canal hépato-entérique très allongé se continue insensiblement et directement à son côté distal par quatre ou cinq canalicules qui se perdent dans le parenchyme hépatique. Du côté proximal, le canal hépato-entérique s'ouvre chez l'embryon de sept jours au sommet d'un repli arrondi, au niveau duquel l'épithélium intestinal fait saillie à l'intérieur du duodénum; cette saillie arrondie de la paroi intestinale est environnée par une gouttière dans laquelle débouchent, comme on le verra tout à l'heure, la canal cystique et les canaux pancréatiques ventraux.



FIG. 3. — Coupe d'un embryon de 110 heures passant par l'ébauche hépatique (Reichert ocul. 2, obj. 4, chambre claire). Réduction 1/5. *H*, ébauche hépatique; *E*, ébauche de l'estomac; H_2, dilatation vésiculaire située à l'extrémité distale du conduit hépato-entérique.

L'évolution du conduit hépatique caudal est intimement liée aux transformations de la vésicule biliaire.

Je rappelle que chez le Canard la première ébauche de la vésicule biliaire est une dilatation cylindrique de la partie proximale du conduit hépatique caudal. Dès le stade de 98 heures d'incubation, cette dilatation se rétrécit à ses deux extrémités, du côté des ramifications hépatiques et du côté de l'intestin; elle se présente alors sous la forme d'une véritable vésicule arrondie dans laquelle débouchent par un canal assez étroit des canalicules qui se continuent avec les travées hépatiques; elle s'ouvre elle-même dans l'intes-

tin par l'intermédiaire d'un pédicule creux relativement large, à la racine duquel se trouvent les ébauches pancréatiques ventrales.

On peut donc dire qu'à un certain stade (environ 98 heures d'incubation) le canal hépatique caudal se rend à l'intestin après avoir traversé l'ébauche de la vésicule biliaire. Cette vésicule va s'isoler de cette voie hépato-entérique caudale par un processus assez fréquent en organogénèse, une inégalité d'accroissement.

Dès les premiers stades de sa formation, il est facile de remarquer que l'épithélium de la paroi antérieure de la future vésicule biliaire présente un épaississement assez notable. C'est aux dépens de ce matériel cellulaire que va s'accroître la vésicule, tandis que ses autres côtés ne se développent pas ou peu. L'orifice de la partie hépato-cystique du conduit hépatique caudal dans la vésicule va ainsi paraître se déplacer; du sommet de la vésicule biliaire l'insertion de ce canal devient latérale et se rapproche de celle du canal cystico-entérique (*fig. 4*).

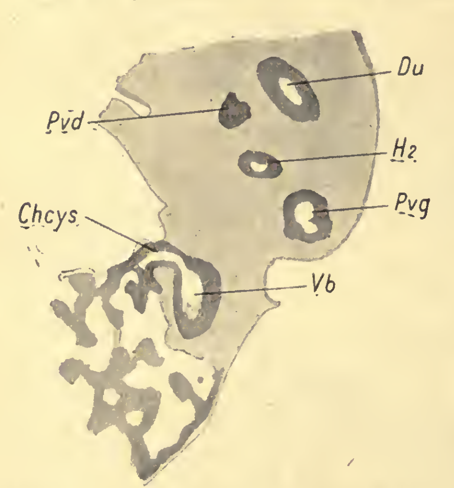


Fig. 4. — Coupe d'un embryon de 112 heures passant par l'ébauche de la vésicule biliaire et montrant le déplacement du canal hépato-cystique. (Même grossissement que figure 3.) Réduction de 1/5. *Pvd*, pancréas ventral droit; *Pvg*, pancréas ventral gauche; *Du*, duodénum; H_2, Canal hépato-entérique; *Vb*, Vésicule biliaire; *Chcys*, canal hépatocystique.

Finalement (embryon de sept jours), la vésicule biliaire s'est très allongée, elle se continue par un conduit assez large, canal cystique, dans lequel débouche au voisinage de l'extrémité proximale de la vésicule, presque en dehors de cette vésicule, un canalicule qui se ramifie dans le parenchyme hépatique et qui représente la partie hépato-cystique du conduit hépatique caudal primitif (*fig. 5*).

Le canal cystique définitif qui réunit ainsi la vésicule biliaire à l'intestin, et reçoit le canal hépato-cystique transformé, s'ouvre par un orifice assez large dans un sillon qui entoure l'élévation arrondie, sorte de papille, où se termine le canal hépato-entérique. Au moment de s'unir au duodénum, le canal cystique s'accole au conduit excréteur du pancréas ventral gauche ; l'orifice de ce dernier conduit se trouve très rapproché de celui du canal cystique. L'orifice du conduit excréteur du pancréas ventral droit, fusionné à ce stade avec le pancréas dorsal, est un peu plus éloigné mais situé également dans la même gouttière.

Faute de reconstructions plastiques du foie à des stades aussi avancés, je

n'ai encore pu préciser les rapports entre les branches des deux conduits hépatiques primitifs avec les lobes du foie; tout ce que je peux dire actuellement, d'après l'examen des coupes, c'est que le canal hépato-entérique paraît envoyer ses ramifications surtout à la partie antérieure et gauche du foie, tandis que le canal hépato-cystique paraît plutôt drainer la portion droite et postérieure du parenchyme hépatique.

En résumé, chez le Canard, la formation des ébauches hépatiques est précédée par un épaississement épithélial du bord antérieur de l'ombilic intestinal et des parois antéro-latérales de la gouttière digestive.

De la gouttière hépatique naît d'abord à la face ventrale du *sinus reuniens* un diverticule caudal qui se bifurque presque aussitôt et dont les deux branches creuses donnent de nombreuses ramifications pleines; puis un diverticule crânial se forme au côté dorsal du *sinus reuniens* et fournit plus tard quelques rameaux.

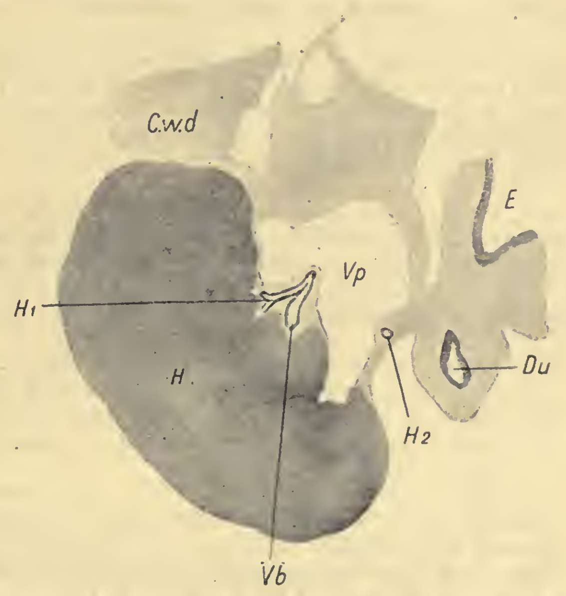


FIG. 5. — Section demi-schématique résultant de la combinaison de plusieurs coupes et passant par l'extrémité inférieure du foie d'un embryon de 7 jours. *Cwd*, corps de Wolff droit; *E*, ébauche de l'estomac; *Du*, duodénum; *H*, ébauche du foie; *Vp*, veine porte; *Vb*, vésicule biliaire; H_2, canal hépato-entérique; H_1, canal hépato-cystique.

Entre ces deux arborisations très inégales de taille se font deux groupes d'anastomoses, de chaque côté du *sinus reuniens*. Les travées épithéliales de l'ébauche hépatique se multiplient de plus en plus et contractent avec des ébauches vasculaires sanguines des rapports caractéristiques. Le foie s'accroît considérablement en volume et prend un aspect bilobé.

Ses canaux excréteurs dérivent des conduits hépatiques primitifs. Du diverticule crânial est né le canal hépato-entérique sur lequel se développe temporairement une dilatation comparable à la future vésicule biliaire.

Le diverticule caudal peut se diviser à un certain stade en trois portions: un canal hépato-cystique, une portion cystique, ébauche de la vésicule biliaire, et un canal cystico-entérique.

L'ébauche de la vésicule biliaire s'isole en partie du conduit hépatique caudal primitif et débouche dans le canal cystique dérivé du canal cystico-entérique au même niveau qu'un canal venu du parenchyme hépatique et qui correspond au canal hépato-cystique des embryons moins développés.

OUVRAGES CITÉS

1867. Götte, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Darmkanals im Hühnchen.* Tübingen.

1876. Foster et Balfour, *Éléments d'Embryologie,* Traduction française. Paris, 1877.

1879. Koelliker, *Embryologie,* Traduction française. Paris, 1882.

1881. Balfour, *Traité d'Embryologie et d'organogénie comparées,* Traduction française. Paris, Baillière, 1885.

1891. Shore, Notes on the origin of the liver. (*Journal of Anatomy and Physiology,* vol. XXV.)

1891. Gadow, dans *Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs,* Bd VI. Leipzig.

1892. Felix, Zur Leber und Pankreasentwicklung. (*Archiv. für Anat. und Physiol.*)

1893. Hammar, Einige Plattenmodelle zur Beleuchtung der früheren embryonalen Leberentwicklung. (*Arch. für Anat. und Physiol.*)

1897. Hammar, Einiges über die Düplicität der ventralen Pankreasanlage. (*Anat. Anzeiger,* Bd XIII.)

1898. Brouha, Sur les premières phases du développement du foie et sur l'évolution des pancréas ventraux chez les Oiseaux. (*Anat. Anzeiger,* Bd XIV.)

1898. Brouha, Recherches sur le développement du foie, du pancréas, de la cloison mésentérique et des cavités hépato-entériques chez les Oiseaux. (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie,* t. XXXIV.)

1899. Choronschitzky, Die Entstehung der Milz, Leber, Gallenblase, Bauchspeicheldrüse und des Pfortadersystems bei den verschiedenen Abteilungen der Wirbeltiere. (*Anatomische Hefte,* Bd XIII.)

1901. Abraham, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Wellensittichs (*Melopsittacus undulatus*). [*Anatomische Hefte,* Hefte 56, 57.]

1902. Piper, *Die Entwicklung von Leber, Pankreas und Milz bei den Vertebraten.* Freiburg i. Br.

INVERSION INCOMPLÈTE DES VISCÈRES

AVEC RÉTROPOSITION DU GROS INTESTIN

Par L. HOCHE

CHEF DES TRAVAUX D'ANATOMIE PATHOLOGIQUE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Sous le nom de *transposition* ou *d'inversion des viscères*, de *dislocation*, ou encore d'*hétérotaxie latérale des viscères*, de « *situs viscerum inversus* », « on entend une disposition anormale des parties du corps animal, dans laquelle les organes qui devraient être dans le côté gauche du corps se trouvent dans le côté droit, et *vice versa*, et où les organes médians de conformation asymétrique ont la partie qui devrait être située dans une des moitiés du corps, placée dans l'autre ».

Cette définition par laquelle débute l'important mémoire de G. Martinotti[1] est peu satisfaisante, pas plus d'ailleurs que la plupart des dénominations qui ont servi à désigner l'état anatomique dont nous nous occupons.

En effet, dans cette « transposition, inversion, etc., etc., des viscères », la situation des organes n'est pas telle qu'un viscère, le foie par exemple, qui se trouve habituellement dans l'hypochondre droit, soit purement et simplement placé dans l'hypochondre gauche, ce qui ne serait qu'un déplacement; il y a plus que cela : le foie y est disposé de telle sorte que sa situation reproduit exactement l'image par réflexion de la situation normale. Ce n'est donc pas une transposition, pas plus qu'une dislocation. C'est une disposition « en miroir », une véritable inversion, de même que l'écriture « en miroir » n'est pas une transposition, ni une dislocation : c'est la réalisation de l'image de la disposition normale, comme de l'écriture normale, vue dans un miroir.

Nous ne retiendrons donc que la dénomination d'*inversion*, ou encore de *situs viscerum inversus*, dont le sens même correspond bien au renversement symétrique, tel que le donne un miroir, renversement « en fonction de l'image », selon l'expression de M. Guillemin[2].

L'inversion peut porter sur tous les viscères, être « *totale* »; ou n'intéresser que quelques-uns, être « *partielle* ». Dans l'un et l'autre de ces cas, on peut constater, outre la disposition « en miroir » pure et simple, diverses malformations.

Ainsi : I. Inversion totale; II. Inversion partielle; III. Inversion totale avec

---

1. G. Martinotti, *Della traspositione laterale dei visceri*. Bologne, 1888, p. 5.
2. Guillemin, *Commun. Soc. de médecine de Nancy*, mai 1902.

malformations; IV. Inversion partielle avec malformations, sont quatre dénominations propres à classer quatre groupes de faits bien distincts.

Mais, pourra-t-on objecter à cette classification, l'inversion n'est donc pas une malformation? Certes, il est difficile de répondre d'une façon catégorique à cette question, et l'on ne peut que se retrancher derrière certains faits d'observation qui montrent que l'inversion peut être considérée comme une disposition pour ainsi dire aussi « typique » que la disposition normale. Il y a en effet un grand nombre d'observations d'individus totalement inversés, constitués, à part cette inversion, aussi normalement que leurs congénères, et qui ont vécu d'une façon tout aussi normale. Et si l'on considère que le type habituel, le type où le cœur est à gauche, est un type normal, on est aussi autorisé à considérer le type exceptionnel, le type inverse, comme un type normal également, un type n° 2, dextrocardiaque, plus rare que le premier. Dès lors, la classification précédente est justifiée, car l'on pourra aussi bien rencontrer des malformations dans le type n° 2 que l'on en rencontre dans le type n° 1.

Le cas suivant, que nous avons eu la bonne fortune de rencontrer à l'autopsie d'une petite fille morte au service de M. le professeur agrégé HAUSHALTER, de lésions hépatiques d'ordre infectieux, est un exemple d'*inversion partielle avec malformation* [1].

La photographie jointe à cette note rend bien compte de la disposition observée. Il suffit de se représenter ces viscères dans le cadavre d'un enfant de 15 jours à trois semaines, amaigri mais normalement constitué, pour avoir l'impression que nous avons eue à l'ouverture du petit cadavre. On remarque que jusqu'à la masse intestinale tous les organes sont invertis, c'est-à-dire que si l'on regarde la photographie par réflexion dans un miroir, l'image reflétée donne la disposition habituelle. C'est donc bien une inversion, portant à première vue sur les organes thoraciques, cœur et poumons, et sur l'estomac et le foie.

En effet, si on étudie la masse viscérale appareil par appareil, organe par organe, on constate les faits suivants:

Appareil circulatoire. — Le cœur a une direction de gauche à droite, et sa pointe se trouve à droite de la ligne médiane. Il est constitué de telle sorte que sa moitié droite a tous les caractères d'un cœur gauche (forme globuleuse, parois plus épaisses, etc.); et que sa moitié gauche a tous les caractères d'un cœur droit. C'est en somme un cœur inverti. Les vaisseaux eux-mêmes qui partent du cœur ou qui y viennent ont une situation inverse.

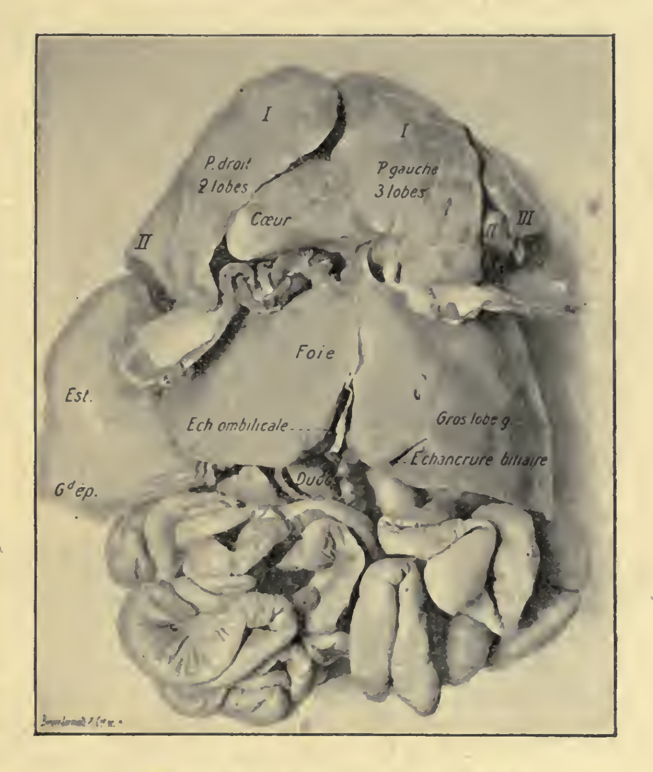
L'aorte part du ventricule droit (qui, en réalité, est un ventricule gauche par ses caractères), se dirige vers la gauche, puis forme une crosse à concavité

---

1. L'étude de ces lésions sera faite dans un autre mémoire.

droite et vient se placer sur le côté droit de la colonne vertébrale, position qu'elle garde dans la cavité thoracique et dans la cavité abdominale. Dans ce parcours elle fournit les troncs artériels accoutumés, mais en ordre inverti, d'abord les coronaires, puis le tronc brachio-céphalique, qui se trouve être un tronc brachio-céphalique gauche, puis la carotide primitive et la sous-clavière.

L'artère pulmonaire qui sort du ventricule gauche monte obliquement



Photographie d'après nature (1/2 grandeur naturelle).

vers la droite et va se diviser vers la concavité de la crosse aortique en deux artères, l'artère pulmonaire gauche et l'artère pulmonaire droite, plus courte que la précédente.

Dans l'oreillette droite s'abouchent les veines pulmonaires, et dans l'oreillette gauche, la grande veine coronaire et les veines caves, ces dernières situées, à l'inverse de leur situation habituelle, à gauche de la colonne vertébrale.

Une « anomalie » très particulière est à signaler ici : c'est l'indépendance com-

plète de la veine cave. Née directement des veines des membres inférieurs, et située immédiatement contre la colonne vertébrale, elle recueille le sang des veines rénales, et de là monte directement à gauche de la ligne médiane, pour gagner la hauteur de la bronche gauche, qu'elle dépasse et au-dessus de laquelle elle se recourbe en crosse pour se terminer dans la veine cave supérieure, un centimètre avant son abouchement dans l'oreillette gauche. Les veines hépatiques réunies de leur côté en un tronc commun déversent directement leur sang dans l'oreillette gauche.

La rapidité avec laquelle l'autopsie a dû être faite n'a pas permis d'étudier la disposition des azygos.

Appareil respiratoire. — Les deux poumons montrent entre eux les différences accoutumées mais en sens inverse. Il y a bien encore un poumon à deux lobes, et un poumon à trois lobes, mais c'est ici le poumon gauche qui est trilobé et le poumon droit bilobé. Les autres caractères morphologiques des poumons sont en rapport avec la disposition du cœur à droite ; les encoches et les languettes un peu particulières du poumon gauche s'observent ici au poumon droit.

Le diaphragme, muscle asymétrique à la fois par la disposition de sa voûte reposant sur des organes asymétriques et par les canaux divers qui le traversent, se présente avec une voussure gauche très marquée, en rapport avec la situation du foie. C'est du côté gauche de la colonne vertébrale qu'il est traversé par la veine cave et la veine sushépatique isolées ; du côté droit se voient les orifices de l'aorte et de l'œsophage.

Appareil digestif. — Ce dernier organe, après avoir occupé dans le thorax cette position droite au lieu de la position gauche habituelle, se continue dans l'hypochondre droit par l'estomac, ainsi placé et disposé symétriquement « en fonction de l'image de la position habituelle ». Tout l'hypochondre droit était rempli par l'estomac très dilaté. De sa grande courbure se détachait en avant de la masse intestinale le grand épiploon souple, mince, long de 3 à 4 centimètres, libre de toute autre attache. L'extrémité pylorique de l'estomac était fixée à la hauteur habituelle à la partie antérieure de la colonne vertébrale, et terminait l'anse à concavité gauche formée par l'estomac.

En arrière de l'estomac on trouvait la rate divisée en plusieurs parties, dont une rate principale et plusieurs petites rates plus ou moins globuleuses rattachées à la première. Cette division de la rate est un fait signalé dans un grand nombre d'observations d'inversion des viscères.

L'hypochondre gauche est totalement occupé par le foie ; le lobe le plus gros est à gauche, le lobe le plus petit est vers la ligne médiane ; la vésicule biliaire est également à gauche et le ligament de la veine ombilicale vers la ligne médiane.

Le pancréas se trouve également en position invertie. Il est dirigé de gauche à droite, depuis l'origine du duodénum vers le niveau de la seconde vertèbre lombaire jusque vers la rate.

L'origine du duodénum, comme il vient d'être dit, est donc en situation normale. Jusqu'à ce point nous avons pu constater une inversion de tous les viscères thoraciques et abdominaux. Pour que l'inversion fût complète, il faudrait en effet que la terminaison de l'intestin grêle se fasse dans la fosse iliaque gauche, « *auquel cas, l'on trouverait dans cette région le cæcum, l'appendice vermiforme, la valvule iléo-cæcale et l'origine du côlon, lequel monterait dans le côté gauche de l'abdomen, jusqu'à l'hypochondre gauche, s'y infléchirait pour se diriger de gauche à droite en formant le côlon transverse, puis, après la coudure de l'hypochondre droit, descendrait dans la moitié droite de l'abdomen, jusqu'à la fosse iliaque droite, où il formerait l'anse sigmoïde*[1] ».

Or, dans le cas que nous analysons, telle n'était pas la disposition constatée.

Au niveau de la deuxième vertèbre lombaire où se trouve fixée la première partie du duodénum cessent les phénomènes d'inversion. Au lieu de se couder vers la droite pour entourer la tête du pancréas, le tube intestinal se dirige brusquement vers le flanc gauche et se continue avec les anses intestinales mobiles, retenues seulement par un mésentère dont l'attache à la colonne vertébrale mesure 2 à 3 centimètres et dont la direction va de gauche à droite.

La fin de l'intestin grêle, le cæcum, l'appendice vermiforme se rencontrent dans la fosse iliaque droite comme chez les non-inversés. De cette région le cæcum se continue avec le colon ascendant, lequel monte dans le flanc droit, en arrière de toute la masse intestinale, en avant des reins, se coude vers ce niveau et se dirige transversalement vers la gauche pour former le côlon transverse. Cette portion du gros intestin, fait remarquable, se trouve située ici en arrière des anses intestinales, contre la colonne vertébrale, retenue par son méso à la paroi postérieure de l'abdomen et à la colonne vertébrale aussitôt en dessous de l'insertion du mésentère.

Le côlon transverse parvient ainsi dans le flanc gauche, au-devant du rein, où il se coude pour descendre dans la fosse iliaque gauche, former l'S iliaque, puis le rectum situé dans la partie gauche postérieure de la cavité pelvienne, la partie droite postérieure étant occupée par l'utérus, la vessie remplissant tout l'espace antérieur restant.

Appareil génito-urinaire. — Les organes génitaux ne présentaient aucune disposition soit inverse, soit anormale.

---

1. G. Martinotti, *loc. cit.*, p. 33.

Les reins situés de chaque côté du corps, l'un en dessous de la rate, l'autre en dessous du foie, ne montraient par eux-mêmes aucune disposition particulière à signaler. Fussent-ils même inversés, qu'il serait impossible de s'en rendre compte, étant donnée leur symétrie réciproque.

Du rein droit partent deux uretères s'ouvrant dans la vessie par deux orifices distincts.

Les différents auteurs qui se sont occupés de l'inversion des organes ont signalé encore diverses dispositions particulières portant sur le squelette, l'incurvation de la colonne vertébrale, l'implantation des poils, les veines iliaques, les nerfs, etc. Le peu de temps que nous avons eu pour examiner le cadavre ne nous a pas suffi pour rechercher toutes ces particularités.

En somme, comme on l'a vu, nous avons trouvé chez cette fillette une inversion partielle portant sur les organes thoraciques et abdominaux, à l'exception de l'intestin grêle et du gros intestin, disposés de façon anormale, mais non inversée.

En outre, quelques anomalies ont été constatées, l'indépendance de la veine cave et des veines sus-hépatiques, la présence de deux uretères, à droite, la division de la rate en plusieurs lobules plus ou moins distincts.

Ce sont différents faits qui méritent de nous arrêter plus longuement.

DISCUSSION

En premier lieu, la *position en arrière*, la *rétroposition du gros intestin.*

A. — Les anomalies de position de l'intestin sont fréquentes et leur connaissance est d'un grand intérêt pour le chirurgien. Tout récemment, F. de Quervain[1] en décrivait les différentes variétés et s'efforçait d'en donner l'interprétation d'après ce que nous connaissons du mode de développement du tractus intestinal. Pour faciliter son exposé, l'auteur distingue : 1° les cas où l'intestin a une disposition générale normale, certaines de ses parties seulement occupant une position plus ou moins irrégulière ; 2° les cas où la disposition de l'intestin tout entier est plus ou moins anormale. C'est là une classification toute de convention, car les deux ordres de faits sont réunis par des dispositions intermédiaires, mais cependant utiles pour distinguer les différents stades du déplacement de l'intestin.

Faisant abstraction de l'inversion totale, en tant, du moins, que la position relative des différentes parties de l'intestin y est régulière, typique, F. de Quervain ne considère que les seules anomalies de position présentées par la partie de l'intestin inférieure au duodénum, et distingue :

a) La rétroposition du gros intestin ;

---

1. F. de Quervain, Des positions anormales de l'intestin. (*Semaine médicale*, 2 octobre 1901.)

b) La sinistroposition du gros intestin ;

c) La dextroposition du gros intestin.

« La rétroposition du gros intestin, dit-il, a été rencontrée jusqu'à présent dans un assez petit nombre de faits. Elle consiste en ce que le gros intestin tout entier est situé en arrière des anses grêles ; elle a été observée tantôt dans des cas d'inversion des principaux organes abdominaux, tantôt avec le situs normal. Le côlon transverse se trouve donc derrière le jéjunum et non pas devant lui. Plusieurs faits de cette nature ont été décrits par Toldt [1], un autre par M. Marchand [2]. Un cas avec situs normal de l'estomac et du foie a été publié par Tandler [3]. »

Du fait que l'on rencontre aussi bien la rétroposition du gros intestin dans

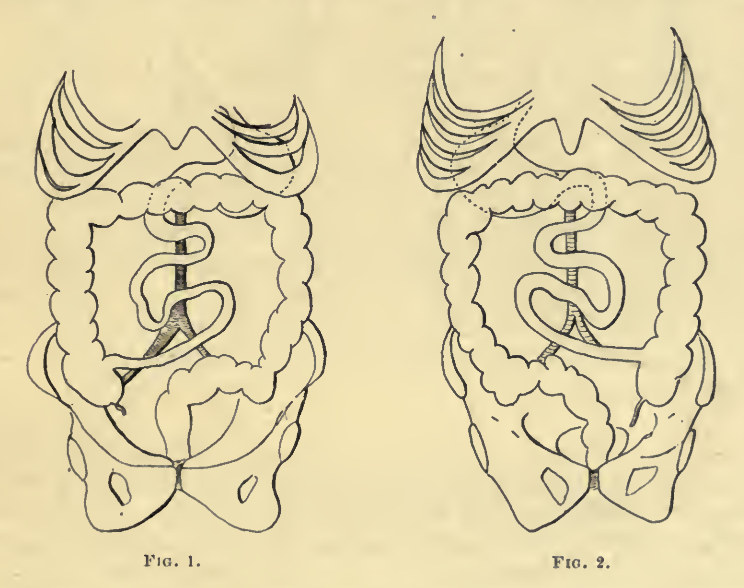


Fig. 1. Fig. 2.

les cas d'inversion que dans les cas de situs normal, on peut penser que cette situation est indépendante de l'inversion elle-même, et est subordonnée à d'autres phénomènes. Avant d'en rechercher l'explication, examinons tout d'abord cette rétroposition en elle-même, en particulier dans notre cas.

Chacun connaît la disposition habituelle du gros intestin dans les cas de

1. C. Toldt, Die Darmgekröse und Netze im gesetzmässigen und im gesetzwidrigen Zustand (*Denkschrift der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, Wien, 1889, LVI).

2. Marchand, in Ahlfeld, *Berichte u. Arbeiten der geburtshülflich-gynækologischen Klinik zu Giessen*, 1881-1882, p. 254, Leipzig, 1883.

3. J. Tandler, Ueber Mesenterialvarietäten (*Wien. klin. Wochenschrift*, 4 mars 1897 p. 212).

situs normal général. Pour la commodité de l'explication, nous le représentons par la figure schématique 1. Lorsqu'il y a inversion complète des organes, que le type dextrocardiaque, le type II, est entièrement réalisé, la disposition des organes est celle de la figure 2, où le cæcum est à gauche, le côlon transverse en avant de la masse intestinale et le rectum à droite. Dans notre cas, comme on l'a vu, telle n'est pas la disposition.

Le cæcum est à droite comme dans le situs normal, mais le côlon est en rétroposition. C'est la disposition schématisée par la figure 3, la rétroposition dans le situs normal étant représentée par la figure 4.

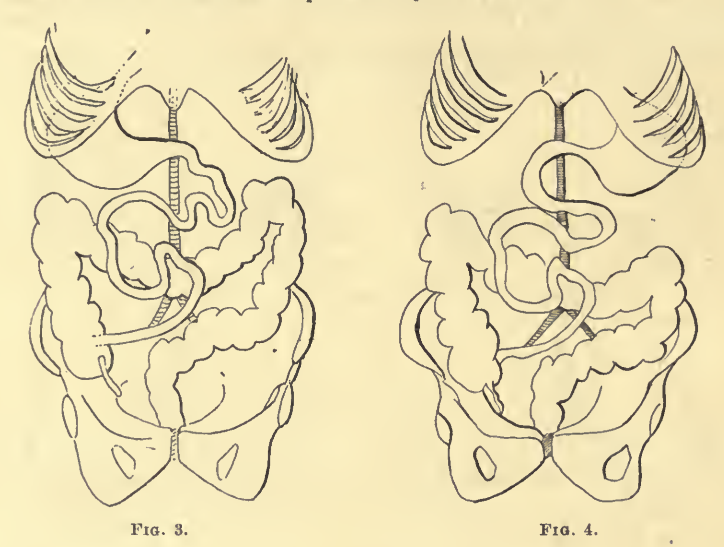


Fig. 3. Fig. 4.

Comment faut-il interpréter ces diverses dispositions ?

Et tout d'abord le *situs inversus complet*. Winslow[1] confessait ouvertement que la cause de l'inversion des parties du corps défie toute compréhension théorique, qu'il est nécessaire d'accepter le fait tel qu'il se présente et d'en rapporter l'origine à une anomalie primitive de conformation du germe animal. Cruveilhier[2] pensait que « l'inversion splanchnique est un fait qu'il faut admettre, comme la position régulière des organes, et qui échappe à toute théorie ». De nombreuses théories sont venues cependant dans la suite, qui ont cherché une explication au phénomène. Les unes ont fait dépendre l'inversion de la disposition anormale d'un organe prépondérant pendant la vie embryonnaire, tel que le foie (Serres). D'autres, basées sur

1. Winslow, Remarques sur les monstres. (*Mémoires de l'Académie des sciences*, 1733.)

2. Cruveilhier, *Anatomie pathologique générale.*

certaines dispositions observées sur l'embryon de poulet, ont fait intervenir la façon dont l'embryon est accolé sur le vitellus. L'embryon étant habituellement couché sur le vitellus par son côté gauche, il serait couché sur son côté droit dans les cas d'inversion (BAER et d'autres). Cette théorie fut appuyée par ce fait que, dans les monstres doubles (FÖRSTER), le monstre gauche est normal, le monstre droit a les viscères totalement transposés. Basée sur de telles constatations, l'opinion émise pour la première fois par FÖRSTER que « l'inversion serait le fait d'un développement originairement gémellaire et symétrique, l'un des individus — celui à situs normal — ayant succombé à une période très précoce », est évidemment très séduisante. KOLLER[1] à propos d'un cas personnel, s'est prononcé en faveur de cette opinion.

Certains faits viennent cependant à l'encontre. On observa, par exemple, l'inversion du cœur avant que l'embryon fût couché latéralement (KŒLLIKER, REMAK). De plus, on trouva des embryons qui avaient tourné dans un sens contraire au sens normal sans que l'inversion ait apparu (LOMBARDINI). En outre, dans les monstres doubles, l'un des deux n'est pas toujours et nécessairement inversé[2], et ce n'est pas toujours le monstre droit qui est inversé (LUIGI CALORI[3]).

En résumé, nous ne sommes guère plus avancés que les premiers anatomistes qui ont constaté purement et simplement l'inversion totale des viscères, et, malgré les expérimentateurs qui ont reproduit, mais d'une façon incomplète et peut-être accidentelle, l'inversion des viscères, nous sommes à peu près réduits à dire, comme CRUVEILHIER, que l'inversion splanchnique est un fait à admettre comme on admet la position normale, et qui échappe à toute théorie.

S'il est sage et prudent, jusqu'à nouvel ordre, de s'en tenir à cette constatation, la même réserve n'existe plus lorsqu'il s'agit non d'inversion complète suivant un type « normal » n° II, mais d'inversion partielle.

Dans le cas qui nous occupe, il n'y a pas, comme cela a été montré, d'inversion complète : le gros intestin, au lieu d'être situé symétriquement « en miroir », est en rétroposition, et non pas seulement en rétroposition pure et simple par rapport au type inverse, mais en rétroposition anormale. En effet, la figure 4 représentant la rétroposition dans le situs normal, la rétroposition dans le situs inverse devrait se présenter avec le cæcum à gauche, dans le même rapport qui existe entre les figures 2 et 1. Or, dans notre cas, ce n'est pas ce que nous trouvons : nous trouvons précisément la disposition qui

---

1. A. KOLLER, Ein Fall von Situs viscerum inversus und seine Deutung. (*Arch. f: Path., Anat. u. Physiol.,* 1899, Bd 166.)

2. Communication orale de M. GUILLEMIN qui a examiné à ce sujet plusieurs monstres doubles.

3. L. CALORI, cité par MARTINOTTI, p. 87.

correspond à la rétroposition du gros intestin dans le situs normal (*fig. 3*), la même que représente la figure 4.

Il y a donc à considérer ici un double problème : 1° comment s'explique la rétroposition dans le situs normal ; 2° comment s'explique la même disposition dans le situs inversus.

1° La rétroposition peut s'expliquer « par l'absence de toute torsion ombilicale, c'est-à-dire par le développement de l'intestin avec persistance de la position qu'il occupe avant la cinquième semaine de la vie embryonnaire. L'intestin grêle se trouve à cette période vers le haut, et le gros intestin vers le bas ; cette situation normalement très passagère se maintenant et le développement en longueur de l'intestin grêle étant beaucoup plus considérable que celui du gros intestin, il est inévitable que le premier se place au-devant du second, lequel reste accolé immédiatement à la paroi abdominale postérieure [1] ».

C'est là une explication très plausible et à laquelle on pourrait se rallier sans réserves si tous les cas étaient semblables. Ce serait d'ailleurs la même explication qu'il conviendrait d'adopter pour la sinistroposition du gros intestin, cette dernière n'étant que la persistance de la disposition intestinale à un stade où l'intestin grêle est peu développé. Cette similitude entre la sinistroposition et la rétroposition résulte très clairement de l'examen des schémas donnés par de Quervain, où il n'y a pas de véritable entrecroisement entre l'intestin grêle et le gros intestin et où ce dernier semble s'être développé sur place (sinistroposition) ou s'être développé en se glissant derrière l'intestin grêle (rétroposition). Dans chaque cas, l'intestin grêle s'abouche dans le gros intestin par sa face externe.

2° La disposition n'est pas toujours celle représentée par de Quervain, en particulier dans certains cas de rétroposition avec situs inversus des autres organes. Dans ces cas, l'intestin grêle aborde le gros intestin par sa face interne ; il y a dès lors un début d'entrecroisement, et l'on ne peut plus dire qu'il y a une absence de torsion. On doit admettre dans ce cas que la torsion s'est faite en partie, et en sens contraire au sens habituel.

Habituellement, pour réaliser la disposition intestinale du situs I normal, la rotation des plans figurés mésentériques autour d'un axe perpendiculaire à la colonne vertébrale est de 270°, et se fait en sens contraire du mouvement des aiguilles d'une montre. (Voir pour plus de détails, Art. Péritoine, in *Traité d'Anatomie humaine* de Poirier et Charpy, t. IV, p. 892 et suiv.) Ici la rotation n'est que de 90° et se fait dans le sens même des aiguilles d'une montre. Dans le premier cas, le gros intestin et son méso passent en avant de l'intestin grêle, dans le second, ils passent en arrière.

C'est de cette façon que nous croyons devoir expliquer la rétroposition

1. F. de Quervain, *loc. cit.*, p. 324, 2e colonne.

dans notre cas, où l'abouchement de l'intestin grêle se fait très nettement du côté interne du cæcum, absolument comme dans la situation habituelle, et aussi dans le cas I de TOLDT figuré à la fin de son travail cité plus haut. C'est également la même explication qui s'applique au cas figuré par W. KOCH [1] et qui se rapporte sans doute à l'observation de MARCHAND.

Dès lors, cette disposition de la partie inférieure du tube digestif chez notre inversé nous semble devoir être interprétée comme un défaut de torsion.

En effet, dans l'inversion totale, la disposition inverse complète de l'intestin, et du gros intestin en particulier, se produit à la suite de processus de torsion intestinale qui se font dans le sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre, et c'est à la suite d'une rotation de 270° dans ce sens que cette disposition est réalisée.

Il y aurait donc eu ici un début de torsion, arrêt du cæcum dans la fosse iliaque droite, et développement ultérieur du gros intestin en position basse et en arrière de l'intestin grêle, et à notre sens on devrait ainsi considérer la rétroposition du gros intestin chez les inversés, comme elle a été observée dans les cas de TOLDT, de MARCHAND.

B. — Un second point intéressant de nos constatations anatomiques est *l'existence d'une veine cave indépendante* et libre de toute relation avec le foie. C'est un fait qui a été observé assez fréquemment, et en particulier chez des inversés. Le sang des membres inférieurs, le sang des reins, est collecté en un tronc qui traverse isolément le diaphragme, et dont le trajet semble correspondre à celui de la veine cardinale gauche.

C. — La présence de deux uretères est un fait très fréquent et dont la constatation est à peine signalée maintenant.

D. — Par contre, la division de la rate en plusieurs lobules plus ou moins distincts a retenu l'attention des observateurs. On a remarqué, en effet, que la plupart des observations d'inversion des viscères signalaient cette anomalie. G. HYRTL tenait le fait comme constant ; cependant il y a des observations où la rate était normalement constituée. Cette division de la rate en petites rates plus ou moins nombreuses est poussée quelquefois à l'extrême, et ces petites rates deviennent invisibles à l'œil nu ; c'est ce qui expliquerait que des anatomistes aient signalé des cas avec absence complète de la rate (MARTINOTTI).

Telles sont les considérations d'ordre purement spéculatif que nous a inspirées l'examen de ce cas d'inversion des viscères. Nous aurions désiré

---

1. W. KOCH, Die angeborenen ungewöhnlichen Lagen und Gestaltungen des menschlichen Darmes, 21. Abbild. (*Deutsch. Zeit. f. Chirurgie*, 1899, Bd 50.)

l'étudier d'une façon plus complète, en particulier au point de vue de la disposition des feuillets péritonéaux et des divers mésos : la nécessité de séparer les organes du corps nous a empêché en partie de le faire. Nous avons cru cependant utile de publier le cas, en vertu des particularités intéressantes et rares qu'il présente, espérant que ce nouveau chaînon ajouté à la chaîne encore bien interrompue des anomalies d'inversion, permettra de réunir d'une façon plus complète les cas déjà connus, et contribuera à la solution d'un si difficile problème.

UNE MÉTHODE
DE
RECONSTRUCTION GRAPHIQUE D'ÉPAISSEURS
ET QUELQUES-UNES DE SES APPLICATIONS A L'EMBRYOLOGIE

Par A. WEBER

PROSECTEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

(*Travail du laboratoire d'anatomie.*)

L'étude de coupes sériées est assurément la méthode la plus favorable pour faire de la fine embryologie, c'est-à-dire l'étude du développement d'organismes ou d'organes qui échappent aux procédés d'investigation macroscopique tels que dissections, injections, corrosions. Un complément nécessaire de cette étude est la reconstruction ; en effet, lorsque le microtome a réduit sous une forme accessible à l'examen microscopique un embryon, un organe, l'observateur cherche par différents procédés à reconstituer en ses formes primitives [1] l'objet qu'il étudie ; après l'avoir débité en tranches, il faut le reconstruire.

Divers procédés de reconstruction sont employés ; le plus simple, le plus anciennement employé est celui de la reconstruction par la pensée. En voyant défiler dans le champ du microscope un certain nombre de sections parallèles et sériées, il est possible — et l'habitude est d'un grand secours dans ce travail — de se faire une idée souvent très approchée de la forme de l'objet. Pour n'en prendre qu'un exemple, il est facile de se représenter la constitution et l'aspect de l'œil d'un embryon aux premiers stades de développement par simple examen des coupes. C'est avec la seule étude de coupes que His a pu modeler de très jeunes embryons. Ces modelages, dont l'exactitude a été démontrée ultérieurement par d'autres méthodes, n'ont été que la traduction matérielle d'une reconstruction intuitive. Pour faciliter le travail de mémoire qu'exige ce procédé, on peut dessiner les différentes coupes et comparer entre eux les dessins.

Cette méthode est le plus souvent suffisante pour renseigner sur des rapports d'organes ou de portions d'organes, mais ne peut donner que des renseignements très imparfaits et incertains sur les formes et une topographie plus précise. L'embryologiste qui se contente de ce procédé est dans les mêmes conditions qu'un anatomiste qui n'aurait pour étudier une artère du bras ou

---

1. L'idéal à se proposer dans l'état actuel de la technique est la reconstruction de l'objet tel qu'il est dans le bloc de paraffine.

de la jambe, que des tranches sériées de membres. En tous cas, quelque imparfaits qu'en soient les résultats, la comparaison des différentes coupes d'un embryon est indispensable avant de passer à un procédé d'étude plus compliqué.

La méthode de reconstruction graphique donne des renseignements d'une plus grande précision sur la topographie des organes sectionnés, mais elle n'est que rarement appelée dans la pratique à rend.e des services pour la reconstitution des formes. Cette méthode est la suivante : on trace dans un même plan une succession de droites parallèles dont l'écartement est proportionnel à l'épaisseur et au grossissement des coupes. Sur cette succession de lignes, on projette géométriquement et suivant un axe déterminé les contours d'organes ou de portions d'organes des coupes de la série. On obtient ainsi comme une ombre portée au moyen de rayons parallèles. En faisant des projections suivant différents axes, on pourrait aussi avoir des renseignements sur les formes, mais toujours d'une façon incomplète et, d'autre part, il y aurait tout un nouveau travail de reconstruction pour l'interprétation des différentes projections, ce qui offrirait souvent de grandes difficultés. On peut comparer la méthode des reconstructions graphiques à l'étude d'un organisme par les rayons X ; l'observateur rend opaque à son gré telle ou telle portion du corps de l'embryon.

La méthode plastique est la plus perfectionnée ; elle permet une véritable dissection de l'embryon à des grossissements très considérables. Les moyens employés à cet effet sont critiquables à certains points de vue. Indépendamment des déformations qui proviennent de l'emploi de coupes à la paraffine, et qui sont sensibles dans toute méthode de reconstruction un peu précise, il faut tenir compte des variations dans l'étalement des coupes sur une même lame, et de la difficulté presque insurmontable de se procurer des lignes de définition qui ne soient pas plus ou moins exactes ou arbitraires ; mais mon intention n'est pas de faire ici le procès de la méthode de reconstruction plastique, et je crois que dans l'état actuel de nos connaissances, c'est encore le procédé qui reproduit les formes avec la plus grande approximation et qui est le plus capable de faire progresser les études embryologiques.

Mon attention a été attirée récemment sur l'intérêt qu'il peut y avoir à connaître aussi exactement que possible les variations d'épaisseur d'un organe tel qu'un feuillet embryonnaire, l'épithélium de la gouttière intestinale par exemple. La méthode de reconstruction plastique avec plaques de cire ou d'autre substance ne peut donner que des résultats très imparfaits sur ce point. En effet, lorsqu'un feuillet ou un épithélium est très mince, on est obligé, pour le figurer, de découper dans la plaque une lame de cire, par exemple, qui correspondrait à un feuillet beaucoup plus épais. D'autre part, si même on se sert d'un grossissement suffisant et qu'on arrive à obtenir des moules qui reproduisent d'aussi près que possible les épaisseurs d'un feuillet,

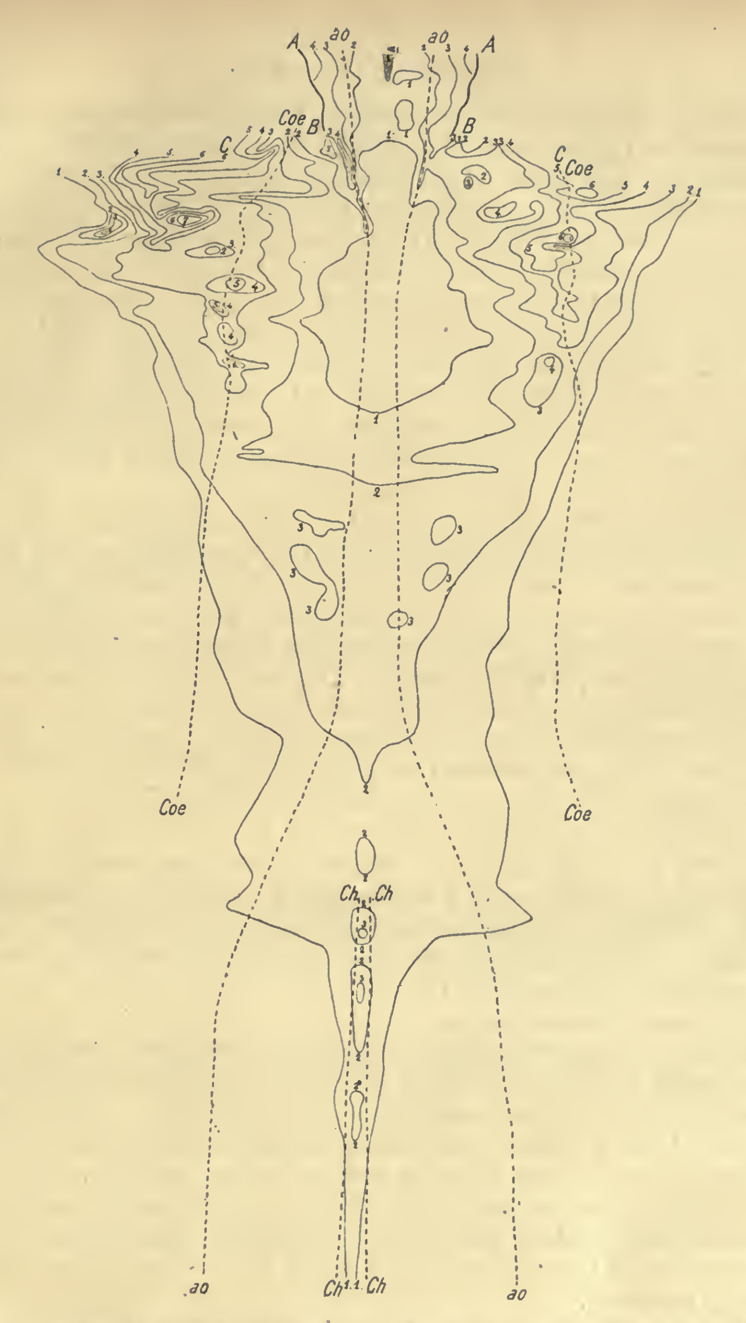


Fig. 1. — Graphique représentant les variations d'épaisseur de l'extrémité antérieure de la région intestinale moyenne chez un embryon de Canard de 57 heures. Les chiffres placés à côté des lignes indiquent les épaisseurs, l'unité employée est le millimètre ; le grossissement des dessins était de 200 diamètres, les variations d'épaisseur sont donc représentées de 5 en 5 μ (réduction de moitié). De *A* à *B*, paroi dorsale du tube intestinal ; de *B* à *C* parois dorsale et latérales ; au-dessous de *C*, parois de la gouttière intestinale ; *ao*, *ao*, projection graphique de la portion des aortes en contact avec l'épithélium intestinal ; *Ch*, *Ch*, projection de la portion de corde dorsale contiguë avec la gouttière digestive ; *Cœ*, *Cœ*, projection de l'intersection entre le cœlome et les veines omphalo-mésentériques.

toutes amplifiées dans la même proportion, il est très difficile par le simple examen de se rendre compte des variations d'épaisseur des parois de la reconstruction ; on pourrait y arriver en la regardant par transparence si la cire était suffisamment homogène, mais cela n'est pas. J'ai donc été amené à recourir à une méthode graphique. Ce procédé consiste à projeter sur des plans qui peuvent être différents des points au niveau desquels j'ai mesuré l'épaisseur d'un feuillet, et à joindre par des lignes tous les points d'égale épaisseur. La figure 1 représente les épaisseurs des parois de la gouttière intestinale chez un embryon de Canard très jeune. Voici comment j'obtiens ce résultat. Je commence par faire choix d'un grossissement (le plus considérable possible est le meilleur) et je dessine successivement, dans chaque coupe de la série, la portion de tissu, ici les parois de la gouttière intestinale, que je désire étudier.

Dans la partie antérieure de la figure 1, de A à B, le tube digestif était déjà constitué ; la forme qu'il affecte en coupe à ce niveau est à peu près celle d'un losange (*fig. 2*) ; j'ai choisi les deux côtés dorsaux de ce losange pour les étudier au point de vue de l'épaisseur ; de B à C j'ai joint à cette zone dorsale les parois latérales du tube digestif (*fig. 3*) ; enfin, en arrière de C, le tube digestif n'est pas encore constitué, il n'y aura à étudier que les parois de la gouttière intestinale. Je viens d'indiquer sommairement les portions de l'épithélium intestinal sur lesquelles porteront les mesures, ensuite je fais choix de lignes sur lesquelles se feront les projections nécessaires ; ces lignes seront toujours parallèles à la direction moyenne des parois étudiées. Pour la coupe de la figure 2 on tracera ainsi les lignes de projection *ab* et *bc ;* pour celle de la figure 3 les lignes *de*, *ef*, *fg*, *gh*. Suivant le plus ou moins de rectitude des parois de la gouttière intestinale, il sera nécessaire de prendre un nombre de lignes de projection variable. Les angles qu'elles feront en se coupant seront égaux aux angles existant sur la coupe et par conséquent ces droites de projection seront parallèles à la direction moyenne des segments de paroi compris entre les angles.

D'une façon générale, les lignes de projection sont donc fixées à l'avance pour chaque dessin de coupe. Avant de passer à la mesure des épaisseurs du tissu, je projette sur ces droites les sommets des angles de la paroi étudiée (*fig. 3 et 4*). Pour mesurer les épaisseurs du tissu, je procède de la manière suivante : je me sers d'un décimètre gradué en millimètres et demi-millimètres que je déplace sur chacun des dessins de coupe, en ayant soin qu'il reste toujours normal aux contours si les parois sont limitées par des lignes parallèles (*fig. 5* A), normal à la bissectrice (*fig. 5* B) si les contours sont inclinés l'un sur l'autre.

Les coupes figurées plus haut (*fig. 2 à 4*) ont été dessinées à la chambre claire, avec un grossissement de 200 diamètres ; je ne me suis servi dans les mesures de ces coupes que des divisions en millimètres : un millimètre sur

le dessin correspondra à 1/200 de millimètre ou 5 μ dans la coupe. Je pars du point le plus mince, par exemple, de la paroi, je déplace mon décimètre (en lui conservant tou-

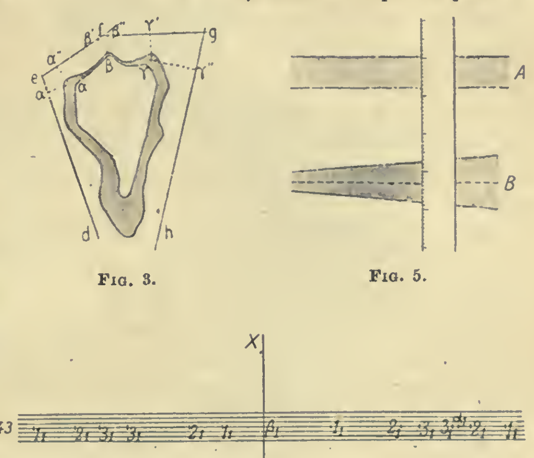


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 4.

LEGENDE

Fig. 2. — *td*, section du tube digestif à l'extrémité postérieure de la région branchiale. Grossissement 200 diamètres (réduction de moitié). *ab*, *bc*, lignes de projection employées pour la paroi dorsale.

Fig. 3. — Section du tube digestif au niveau de la gouttière hépatique. Même grossissement que précédemment (réduction de moitié). *de*, *ef*, *fg*, *gh*, lignes de projection des parois latérales et dorsales, α, β, γ, angles formés par ces parois; α′α″ β′β″γ′γ″, projection des sommets des angles α, β, γ.

Fig. 4. — Section de la gouttière intestinale. Grossissement 200 diamètres (réduction de moitié). Les chiffres 1, 2, 3, etc., indiquent les joints où l'épithélium intestinal a une épaisseur de 1, 2, 3 millimètres, etc.; *vw*, *yx*, *xz*, lignes de projection; α β angles des parois de la gouttière; α′α″β′β″ projections du sommet de ces angles; 1′ 2′ 3′, etc., projections du milieu des lignes tracées aux points 1, 2, 3, etc.

Fig. 5. — A, les contours de la paroi étudiée étant parallèles, le décimètre est placé perpendiculairement à ces contours pour la mesure des épaisseurs; B, la paroi est limitée par les contours non parallèles, le décimètre est placé perpendiculairement à la bissectrice de l'angle formé par ces contours.

Fig. 6. — Lignes parallèles du quadrillage (réduction de moitié). Sur la ligne 43 sont portées les dimensions mesurées sur la figure 4. *xy*, axe de définition sur lequel est porté au point β_1 la projection du sommet de l'angle β.

$$\beta_1 1_1 = \beta' 1', \ \beta_1 \alpha_1 = \beta' \alpha'', \text{ etc.}$$

jours la direction indiquée plus haut) jusqu'à ce que je rencontre une ligne suivant laquelle la paroi ait une épiasseur correspondant à un nombre entier

de millimètres ; je trace cette ligne (*fig. 4*) entre les contours de la paroi ; je déplace de nouveau mon décimètre et je tire une nouvelle ligne lorsque je rencontre une zone plus ou moins épaisse qui ait un nombre entier de millimètres d'épaisseur. Ceci fait, je prends le milieu des lignes ainsi tracées sur le dessin et je le projette, au moyen d'une équerre, sur la ligne de projection correspondante (*fig. 4*). On prend des mesures semblables sur chacune des coupes de la série, et on répète chaque fois des projections identiques.

On a ainsi sur des lignes droites les projections des points où les parois de l'épithélium étudié ont même épaisseur ; il ne reste plus qu'à reporter sur un papier quadrillé les résultats obtenus.

Les coupes étant de 10 μ, le grossissement employé pour les dessins 200 diamètres, on pourra se servir de papier quadrillé au millimètre, en utilisant les lignes parallèles distantes entre elles d'une longueur proportionnelle au grossissement et à l'épaisseur des coupes, ici $200 \times 10\ \mu$, c'est-à-dire 2 millimètres.

D'autre part et pour simplifier le tracé, je supposerai que tous les angles médians de la portion étudiée du tube digestif et de la gouttière intestinale sont sur une même ligne droite. En d'autres termes, je considère le faîte médian qui sépare les versants des parois droite et gauche de la gouttière intestinale comme rectiligne (si l'on tenait à une plus grande précision, en se servant de lignes de définition, on pourrait tracer sur le papier quadrillé une ligne qui indiquerait exactement pour chaque coupe la position de l'angle médian de la gouttière intestinale ; ici, je le répète, j'ai considéré cette ligne comme une droite). Je trace donc sur une des lignes du papier quadrillé cette droite médiane, axe de la reconstruction. A partir de cet axe, je porte sur les lignes du quadrillage qui lui sont perpendiculaires et qui sont distantes entre elles de 2 millimètres, les divisions de chaque ligne de projection : la figure 4 représente le résultat obtenu après mesures et projections d'un dessin de coupe, la figure 6 une portion du quadrillage avec l'axe médian indiqué en xy. A partir de cet axe sur la ligne 43[1] par exemple, je vais porter les mesures obtenues. La projection au sommet de l'angle médian β sera portée sur l'axe au point β_1. A droite de l'axe, je porte la distance $\beta'1'$ prise sur la projection de la paroi droite de la coupe, puis la distance $\beta'2'$ et ainsi de suite jusqu'à la projection du sommet de l'angle α ou α'' que j'indique en α_1 ; à partir de ce point, je porte les longueurs $\alpha'2'$ $\alpha'1'$ prises sur la seconde ligne de projection. On procède à la même opération du côté gauche et on la répète pour chaque dessin des coupes de la série. Ces indications étant faites, on joint par des lignes droites, sur le quadrillage, les points correspondant à des épaisseurs égales, ou les points qui sont les sommets d'angles répondant aux

1. Ce chiffre répond au numéro de la coupe dans la série étudiée.



FIG. 7. — Résultat obtenu en passant une gamme de teintes sur les zones séparant les lignes indiquant les épaisseurs dans le graphique de la figure 1.

mêmes plis de la paroi (on se servira pour ces derniers d'un trait différent de celui qui réunit des points d'égale épaisseur).

Il est bien entendu que les lignes tracées ne passeront que par des points faisant partie d'un même groupe d'épaisseurs égales ; en effet, les lignes indiquant une épaisseur donnée du feuillet ne doivent jamais traverser de zone de ce feuillet où cette épaisseur serait augmentée ou diminuée. On obtient ainsi un graphique tel que celui de la figure 1. Sur ce graphique, tout point pris sur une même ligne répond à une épaisseur égale des parois intestinales. On pourrait, ce que je n'ai pas fait pour ne pas compliquer le graphique, indiquer par des traits différents la projection du sommet des angles des coupes correspondant aux plis du tissu, ce qui limiterait les différents plans de projection. C'est au niveau de ces angles qu'il y a eu un étalement, un aplanissement du feuillet.

Comme la lecture d'un graphique est difficile, il est tout indiqué, une fois les traits mis en place, de différencier par une échelle de teintes à l'encre de Chine par exemple, les zones comprises entre lignes d'égales épaisseurs (*fig.* 7).

Il est facile de compléter les renseignements que donne ce procédé de reconstruction au moyen de la méthode graphique ordinaire. Sur les lignes de projection où sont indiquées les épaisseurs, on peut projeter les contours des organes qui contractent avec la gouttière digestive des rapports importants : ainsi l'intersection des aortes et du cœlome, celle du cœlome et des veines omphalo-mésentériques ; il peut être également intéressant de marquer la place des mitoses et l'axe de leur fuseau.

En somme, après avoir donné aux zones d'égale épaisseur une teinte d'autant plus foncée que leur épaisseur est plus grande, on a sous les yeux la paroi intestinale étalée et vue par transparence à un grossissement considérable.

Il est possible d'appliquer ce procédé à d'autres organes que des feuillets ou des membranes. La figure 8 est une reconstruction graphique d'épaisseurs appliquée aux parois du tube nerveux. C'est un segment quelconque de tube nerveux situé dans la région moyenne d'un jeune embryon de Canard qui a servi à cette reconstruction. Dans les coupes que j'ai employées le tube nerveux se présente avec son aspect caractéristique (*fig.* 9). Deux zones dorsale et ventrale relativement minces réunissent les parois latérales plus épaisses. C'est l'une de ces parois latérales, la droite par exemple, que je me suis proposé d'étudier. Les contours de cette paroi sont formées par deux lignes, dont l'une qui forme le contour extérieur est courbe, tandis que l'autre $x\,y$ qui délimite le contour intérieur est droite. Il est tout indiqué de prendre cette droite comme ligne de projection. J'ai dessiné les coupes successives à un grossissement de 400 diamètres et j'ai pris les mesures d'épaisseur avec un décimètre gradué en millimètres et placé normalement par rapport au con-

tour intérieur de la paroi étudiée. Les différentes mesures ont été ensuite reportées sur papier quadrillé au millimètre ; les coupes étant de 10 μ d'épaisseur et le grossissement employé de 400 diamètres, les indications ont été portées sur des parallèles de 4 en 4 millimètres, puis les points de projection réunis ensuite comme il convient. J'ai indiqué de plus les contours dorsaux et ventraux (*xy x'y'*, *fig. 8)* de la paroi latérale du tube nerveux et la projection des contours des protovertèbres. A l'aide du graphique ainsi tracé en passant des teintes plates sur les zones d'égale épaisseur, j'ai obtenu le résultat donné dans la figure 8. C'est en quelque sorte la vue par transparence de la paroi latérale droite d'une portion de tube. Dans un travail qui sera prochainement publié, j'indiquerai les résultats fournis par cette méthode

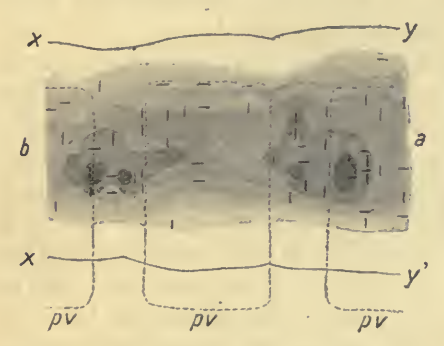


Fig. 8. — Reconstruction graphique d'épaisseurs de la paroi droite d'une portion de tube nerveux. Embryon de Canard de 57 heures d'incubation. *a*, côté crânial, *b*, côté caudal ; *xy*, *x'y'*, projection graphique des contours dorsaux et ventraux de la paroi ; *pv*, projection graphique du contour des protovertèbres. Réduction de 1/3. Grossissement 400 diamètres. Les petits traits sur le dessin répondent à la projection de mitoses des cellules du tube nerveux ; la direction du trait indique l'orientation de l'axe du fuseau.

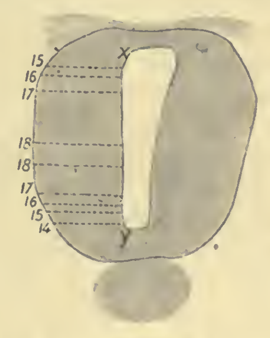


Fig. 9. — Section du tube nerveux étudié dans la reconstruction précédente ; *xy*, ligne de projection ; 15, 16, 17, etc., valeur en millimètres des épaisseurs de la paroi sur le dessin. Grossissement 400 diamètres. Réduction de 1/3.

dans l'étude de la gouttière intestinale chez les embryons de Canard, j'y ferai notamment la description détaillée de la figure 7, mais je tiens à examiner ici les données que fournit la reconstruction de la figure 8. Pour obtenir cette reconstruction, deux méthodes ont été combinées. Grâce à la méthode de reconstruction graphique simple, on a la projection des contours de la paroi latérale droite du tube nerveux, et celle du profil des protovertèbres situées à ce niveau. Ceci permet déjà de remarquer que le diamètre dorso-ventral du tube nerveux décroît dans la portion étudiée en allant d'avant en arrière, et que, à chaque intervalle entre les protovertèbres, il y a une légère constriction du tube nerveux ; il est probable que ces constrictions répondent à des intervalles de neuromères. La méthode de reconstruction graphique des épaisseurs montre en plus que les parois du tube nerveux présentent, au

niveau de ces intervalles, des épaississements qui ne coïncident pas tout à fait avec les interstices entre les protovertèbres. Ces épaississements au niveau desquels les mitoses sont très nombreuses (voir la *fig. 8*) sont très vraisemblablement en rapport avec l'origine des nerfs spinaux.

Comment d'autres méthodes de reconstruction rendraient-elles compte de la présence de ces épaississements ? Avec la méthode de reconstruction graphique ordinaire, il serait possible, en projetant sur un plan frontal (voir *fig. 10*, p. 54) les contours de la paroi latérale du tube nerveux, de reconnaître l'existence de ces épaississements, on obtiendrait un graphique analogue au schéma de la figure 11 (p. 54), mais on n'aurait ainsi la valeur de ces épaississements que dans deux dimensions : l'une transversale et l'autre longitudinale. Le procédé de reconstruction graphique des épaisseurs donne au contraire la représentation de ces épaississements dans les trois dimensions de l'espace. Les contours des lignes ou des zones teintées donnent les dimensions de la zone épaissie en surface, tandis que la teinte ou un chiffre placé sur les lignes d'égales épaisseurs donnent les dimensions de l'épaississement en profondeur suivant un axe perpendiculaire au plan de la surface.

Cette méthode de reconstruction graphique des épaisseurs n'a pas cependant pour but de chercher à se substituer à la méthode plastique mais de la compléter ; comme je le disais plus haut, cette dernière ne peut souvent pas nous renseigner sur les épaisseurs ; j'ai expliqué pourquoi lorsqu'il s'agit de feuillets minces, mais dans ce dernier exemple, quels auraient été les résultats d'une reconstruction plastique. Pour se placer dans les mêmes conditions, les coupes étant de 10 μ, le grossissement employé de 400 diamètres, il aurait fallu se servir de plaques de 4 millimètres d'épaisseur. En supposant le cas le plus favorable, c'est-à-dire que ces épaississements en question fassent relief seulement à la face externe du tube nerveux, on aurait à leur niveau (voir *fig. 12*, p. 54), un relief de un millimètre qui serait peu sensible, qui risquerait de disparaître ou d'être déformé dans les manipulations de l'assemblage des plaques ou du polissage. De plus, il est malaisé de faire des reconstructions plastiques avec des plaques aussi épaisses, un grossissement moindre est plus commode (200 diamètres paraissent un optimum), les reliefs du tube nerveux courraient encore plus de risques dans les différentes opérations de confection du modèle. Dans la méthode de reconstruction graphique d'épaisseur au contraire, il est indiqué, pour restreindre les erreurs de dessin et de mesure, de se servir de grossissements très considérables. La seule limite est celle du champ de l'appareil à projection ou du microscope auquel est adaptée la chambre claire. Pratiquement, je crois qu'il ne faudra pas chercher à employer dans les mesures une unité inférieure au millimètre. Plus le grossissement sera considérable, l'unité de mesure restant la même, plus on augmentera le nombre des lignes d'égales épaisseurs, ce qui donnera plus de détails dans le résultat final.

La figure 13 est un autre exemple de reconstruction graphique d'épaisseurs. Elle représente les variations d'épaisseur d'une portion de plaque médullaire chez un embryon de Canard de trois protovertèbres. La gouttière nerveuse commence à se former, et l'ectoderme présente au fond de cette gouttière, sur la ligne médiane, une légère dépression longitudinale. De chaque côté de cette dépression, on trouve des zones latérales dont l'épaisseur va en décroissant à mesure qu'on s'éloigne de la ligne médiane, et qui présentent une véritable segmentation, une neuromérie, par suite de l'alternance de zones épaisses séparées par des incisures plus minces.

Il est bien entendu que cette méthode de reconstruction comme toute autre

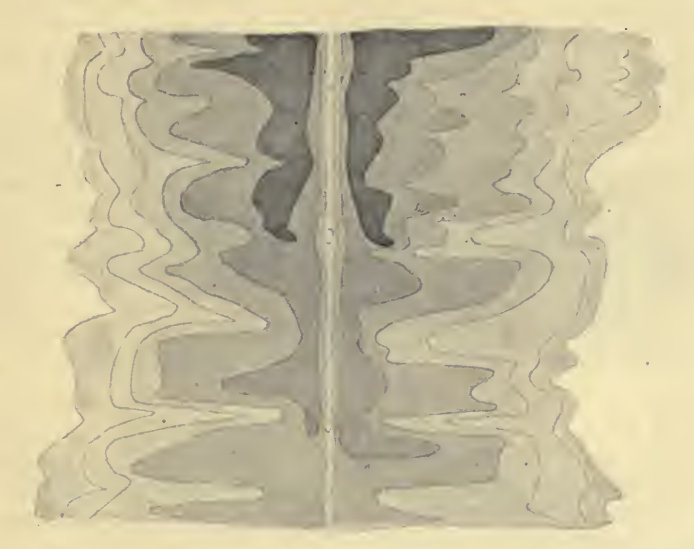


Fig. 13. — Reconstruction graphique des épaisseurs d'une portion médiane de la plaque médullaire d'un embryon de Canard de 45 heures d'incubation. Le côté crânial est en haut de la figure. Grossissement 200 diamètres (réduction de 1/3).

exige absolument des séries complètes de coupes parfaitement régulières; mais certaines causes d'erreur qui lui sont propres doivent être écartées ou connues. Il ne faut jamais perdre de vue que dans cette méthode géométrique on procède comme l'anatomiste qui étale une membrane sur une surface plane. Si même cette membrane présente des plis, l'aplanissement pourra être parfaitement possible; dans ce cas, on peut dire que la membrane est réductible à un plan, mais dans d'autres cas, après déplissement, le feuillet en question peut très bien ne pas être en entier un plan, mais une surface courbe par exemple, ou une combinaison de plans et de surfaces courbes; pour l'étaler, l'aplanir, il faudra dans ce cas lui faire subir une véritable déformation qui aura pour résultat de changer les rapports respectifs de différents

points de cette surface. Un exemple fera mieux comprendre. J'ai représenté schématiquement (*fig. 14*) une série de coupes. Sur chacune d'elles on remarque des épaississements latéraux qui proviennent de la coupe de deux crêtes longitudinales rectilignes. Sur la ligne médiane les coupes 3, 4 et 5 présentent la particularité suivante; le tissu sectionné offre à ce niveau une véritable évagination; en d'autres termes, en suivant les contours de la coupe, la distance de *a* à *b* sur les coupes 3, 4 et 5 est plus grande que sur les autres coupes; aussi, après projection des mesures et transport des dimensions sur quadrillage, au niveau des indications se rapportant aux coupes 3, 4 et 5, les lignes indiquant les crêtes rectilignes présenteront une certaine déformation, une courbure inexacte.

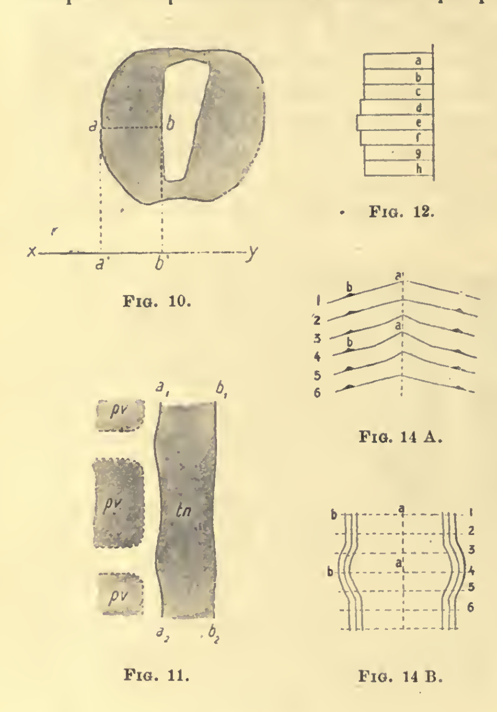


Fig. 10. Fig. 11. Fig. 12. Fig. 14 A. Fig. 14 B.

LEGENDE

Fig. 10. — Projection graphique sur la ligne xy de l'épaisseur de la région moyenne des parois du tube nerveux étudié.

Fig. 11. — Résultat que donnerait la projection graphique des parois du tube nerveux faite comme il est indiqué figure 10. *tn*, paroi du tube nerveux; $a_1 a_2$, $b_1 b_2$ lignes provenant de la réunion des points de projection $a' b'$ des différentes coupes; *pv*, projection des protovertèbres.

Fig. 12. — Schéma d'une reconstruction plastique, vue de profil, d'une région épaissie du tube nerveux étudié. Les dimensions respectives sont observées. Les plaques sont épaisses de 4 millimètres, l'épaisseur réelle de la paroi nerveuse est agrandie 400 fois (réduction de moitié). *a, b, c, d,* etc., plaques de cire assemblées.

Fig. 14. — Schémas représentant les déformations que peuvent donner aux lignes d'égales épaisseurs la présence d'une surface courbe en un point du feuillet sectionné.

Ces déformations sont tolérables dans une certaine limite, mais elles pourraient être très gênantes si elles acquéraient assez d'importance; ainsi dans le cas d'un diverticule issu d'un feuillet ou d'une membrane, tel l'infundibulum dans la paroi cérébrale, si l'on faisait la reconstruction graphique en suivant scrupuleusement les indications que j'ai données plus haut, on obtiendrait une reconstruction qui présenterait une déformation, un écartement au niveau de l'infundibulum, de toute une zone de projection, comme si, pour obtenir l'aplanissement des parois du diverticule, on avait fortement tiré des deux côtés sur le plancher cérébral adjacent. Dans des cas

pareils, il sera indiqué de supprimer dans la reconstruction les diverticules en question en indiquant par un trait la ligne au niveau de laquelle on les a détachés, sectionnés pour ainsi dire du reste du feuillet étudié.

Il ne sera pas toujours nécessaire de tracer à côté des dessins des lignes de projection. Si l'on veut étudier par exemple, au point de vue de leur épaisseur, les parois d'un tube, on pourra se servir d'un contour de la paroi, comme je l'ai fait pour le tube nerveux (*fig. 9*), pour y faire les projections. Dans le cas où l'on aurait affaire à un tube cylindrique, on prendra les mesures d'épaisseur suivant les rayons des circonférences de section du tube, on fera les projections sur un contour des parois, puis on déroulera ce contour pour le porter sur un quadrillage au moyen du compas ou du curvimètre.

Pas plus que les précédentes cette méthode de reconstruction n'arrive d'une façon parfaite au but qu'elle se propose. Comme tous les autres procédés, elle exige un temps considérable et une patience en raison directe de ce temps (*mühsame und zeitraubende Methoden,* dit Born); mais un reproche plus sérieux qu'on est en droit de lui adresser, c'est de pouvoir induire en erreur sur les épaisseurs absolues ou relatives d'un feuillet. Lorsque les sections ne sont pas normales mais obliques par rapport à un feuillet, son épaisseur paraît augmentée ; l'interprétation des résultats obtenus avec ce procédé ne peut donc être complètement satisfaisante qu'après une étude spéciale des coupes.

En résumé, cette méthode me paraît surtout appelée à rendre service dans l'étude des premières phases embryonnaires. Il n'est souvent pas possible à ce moment d'examiner l'embryon ou un de ses organes par transparence, et on ne saurait nier l'intérêt qu'il peut y avoir à se rendre compte aussi exactement que possible des variations dans l'épaisseur d'un feuillet. Cette méthode de reconstruction par courbes d'égales épaisseurs pourra certainement donner des résultats nouveaux, non seulement sur le développement de la gouttière intestinale, étude que j'ai commencée, mais sur l'évolution de la plaque et de la gouttière nerveuse spécialement au point de vue de la métamérie, sur la formation de la ligne primitive chez les Oiseaux par exemple, et en général sur l'évolution des différents feuillets embryonnaires.

LA FOSSETTE CÉRÉBELLEUSE MOYENNE

Est-elle un stigmate anatomique caractéristique du criminel-né ?

PAR

A.-F. LE DOUBLE

DE TOURS

Dans la séance de l'Institut royal des sciences et des lettres de Lombardie, du 12 janvier 1871, le professeur CESARE LOMBROSO [1] a signalé chez un criminel l'existence d'une petite excavation au-dessus du trou occipital entre les deux compartiments inférieurs de l'écaille qui reçoivent les deux lobes du cervelet. Bien que le professeur ANDRÉA VERGA [2]. prétende avoir décrit huit ans auparavant, sous le nom de fossette cérébelleuse moyenne, dans son cours de l'*Ospitale maggiore di Milano,* une semblable cavité, il n'en faut pas moins reconnaître que c'est à l'auteur de *l'Uomo delinquente* qu'il faut attribuer l'honneur d'avoir attiré d'une façon toute spéciale l'attention des naturalistes et des criminalistes sur cette variation de l'occipital humain.

Cette fossette, appelée *fossette cérébelleuse moyenne* par VERGA, est appelée *fossette occipitale moyenne* ou *médiane* par LOMBROSO, *fossette aymarienne* par FRANK RUSSEL et *fossette vermienne* par ALBRECHT [3]. De ces quatre dénominations je préfère de beaucoup la première : elle indique nettement le siège de cette logette osseuse et ne préjuge rien de son degré de fréquence dans une race ou dans une autre. *Verminea* est un mot de basse latinité, on devrait dire *vermicularis* ou *verminosa,* mais la première expression donnerait à supposer que cette fossette ressemble à un ver, la seconde qu'elle est pleine de vers. La dénomination que je choisis est, au surplus, celle qui a été employée par BLAINVILLE dans le troisième fascicule de son *Ostéographie,* et par GRATIOLET dans son *Anatomie comparée du système nerveux* [4] pour mentionner la présence de cette fossette chez les *Singes* et les *Lémuriens.*

Elle a généralement la forme d'un triangle isocèle dont la base répond à

---

1. C. LOMBROSO, Esistenza di una fossa occipitale mediana nel cranio di un deliquente (*Notta letta adunanza del real istituto Lombardo di Scienze e Lettere* del 12 gennaio, 1871).

2. A. VERGA, Della fossetta cerebellare media dell'osso occipitale (*Lettura fatta innanzi al R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere,* il 4 lulio 1872).

3. P. ALBRECHT, Sur la fossette vermienne du crâne des Mammifères (*Bulletins de la Société d'Anthropologie de Bruxelles,* 1883).

4. Second volume de l'*Anatomie* de LEURET et GRATIOLET.

une étendue plus ou moins grande du contour postérieur du trou occipital, le sommet au sommet de la crête occipitale interne, les deux bords latéraux aux deux lèvres dédoublées de cette crête. A son niveau, l'écaille de l'occipital est très mince et les deux tables de l'os sont appliquées l'une sur l'autre presque sans interposition de tissu spongieux. Sur 10 à 12 p. 100 des crânes de toutes catégories la partie inférieure de la crête occipitale interne et la fossette vermienne sont remplacées par un méplat triangulaire lisse appelé par le professeur DEBIERRE *méplat triangulaire postopisthotiaque* et par F. REGNAULT[1] *triangle vermien*, et que divers anthropologistes criminalistes ont fait figurer, à tort, comme fossette vermienne dans les statistiques qu'ils ont établies du degré de fréquence de cette fossette.

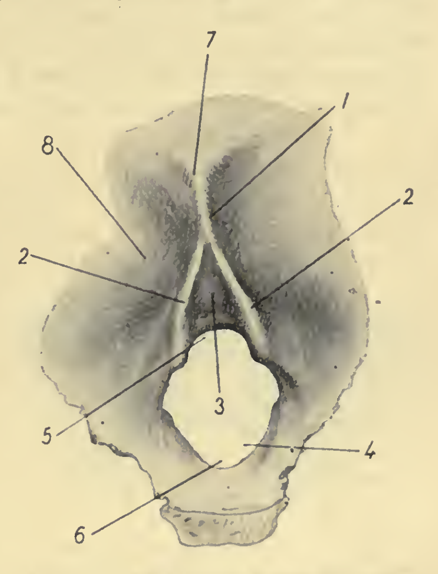


FIG. 1. — Crâne d'homme. Fossette cérébelleuse moyenne.

1, Branche inférieure de l'éminence cruciforme de l'occipital ; 2, Bords latéraux de la fossette cérébelleuse moyenne ; 3, Fossette cérébelleuse moyenne ; 4, Trou occipital ; 5, Opisthion ; 6, Basion ; 7, Protubérance occipitale interne ou endinion ; 8, Fosses occipitales inférieures ou cérébelleuses.

Enfin, on peut trouver dans la même région, au lieu d'un méplat, d'une fossette triangulaire ou d'une crête, une gouttière plus ou moins large occupant une partie ou toute la totalité de l'espace compris entre la protubérance occipitale interne et l'opisthion ou une dépression olivaire de volume variable (depuis la grosseur d'une noisette jusqu'à celle d'une noix). La gouttière postopisthotiaque a été décrite, en 1743, par WINSLOW, en ces termes : « Elle (la protubérance occipitale interne) est plus généralement une crête et une épine qu'une gouttière. » Le professeur TENCHINI[2] pense que la fossette cérébelleuse moyenne bien marquée coïncide généralement avec le développement exagéré de la crête frontale.

Quand la crête occipitale interne fait place à une fossette olivaire ou triangulaire ou à un méplat triangulaire ou à une gouttière, il y a généralement deux faux du cervelet. Ces deux faux se réunissent au-dessus du point de terminaison en haut du méplat, de la fossette ou de la gouttière postopis-

1. F. REGNAULT, *Compt. rend. de l'Assoc. des anat.*, 3e sess., p. 171, Nancy, 1901.
2. TENCHINI, *Sulla cresta frontale dei criminali*, Pavia, 1886.

thotiaques et aussi au-dessous de la gouttière postopisthotiaque quand celle-ci ne se prolonge pas jusqu'au trou occipital. De ces deux faux, une s'insère au bord droit et une au bord gauche du méplat ou de l'excavation quelle qu'en soit la forme.

Quand le fond de la fossette ou de la gouttière cérébelleuses moyennes (*fossette vermienne en canon de fusil double*, de Lucy, *fossette vermienne double* de Bianchi) est divisée « par une crête naissante » (Lucy) ou un « *resto de la cresta mediana* » (Romiti), il peut y avoir trois faux du cervelet : une médiane qui correspond à la faux normale, une droite qui se fixe au bord droit et une gauche au bord gauche. Dans un mémoire bien complet, d'Ajutolo[1] a insisté spécialement sur le relief que peuvent former chacun des bords ex-

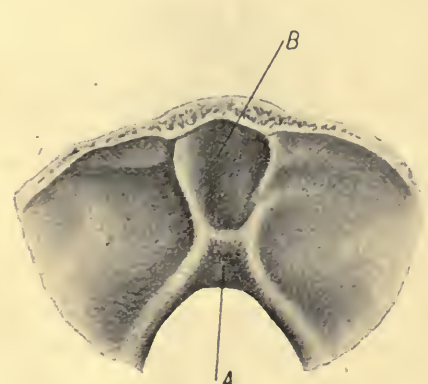




Fig. 2. — Fossette cérébelleuse moyenne en bissac.

A, Partie inférieure ou staphyline ; B, Partie supérieure ou épistaphyline.

Fig. 3. — Fossette cérébelleuse moyenne en bissac.

A, Partie inférieure ; B, Partie supérieure.

(*D'après Lucy.*)

ternes de la gouttière cérébelleuse moyenne double, parallèles à la crête endinio-opisthotiaque (*crêtes occipitales internes surnuméraires*).

Sur le crâne d'un homme adulte que Welcker, de l'Institut royal de l'Université de Halle, a confié à Albrecht, celui-ci a trouvé une fossette cérébelleuse moyenne s'étendant de l'endinion à l'opisthion et divisée en deux fossettes secondaires : une *supérieure* ou *épistaphyline*, beaucoup plus large et beaucoup plus longue, et une *inférieure* ou *staphyline*. En plus de cette anomalie si curieuse, le crâne conservé à l'Institut anatomique de Halle présente à gauche une vaste fissure maxillo-palatine qui a été l'objet d'une

1. D'Ajutolo, *Delle varietà di forma della falce cerebellare e dei rapporti loro colle parti adiacenti*. Bologna, 1887. Voy. aussi Calori, Di tre anomali del cervello (*Mem. Accad. di Bologna*, pp. 269, 1873) et S. Bianchi et F. Marimò, Su alcune anomalie cranidie negli alienati (*Riv. sperim. di Frenatria e med. legale*. Reggio-Emilia, 1892).

étude spéciale de la part de R. Volkmann et Kœlliker. Un de mes anciens élèves, Cuvier, détenait le crâne d'un homme mort à 42 ans, sur lequel existait une fossette vermienne qui ressemblait exactement à celle décrite par Albrecht ; il en a pris le dessin que je reproduis ici. Une fossette cérébelleuse moyenne en bissac a été également trouvée par Lucy sur un crâne de Kanak. Beaucoup plus grande que celles observées par Albrecht et moi, elle empiète sur la portion membraneuse de l'écaille et est divisée en deux, à peu près au niveau de la protubérance occipitale interne, par une crête oblique. A l'inverse aussi de celle des crânes examinés par Albrecht et moi, elle n'est décelée au dehors par aucun renflement et sa division inférieure, plus grande que sa division supérieure, ne descend pas jusqu'au trou occipital.

J'ai indiqué les dimensions que peuvent avoir les fossettes cérébelleuses moyennes olivaires et celles en gouttière, les autres ont une largeur qui dépend de l'écartement des branches terminales de la crête occipitale interne et une hauteur qui est subordonnée à la situation plus ou moins rapprochée du trou occipital du point où s'opère la bifurcation de ces deux branches. La plus grande fossette triangulaire rencontrée par le professeur Lombroso mesure 13 millimètres de large et 34 millimètres de haut.

Tablant sur ces données Chiarugi distingue deux espèces de fossettes cérébelleuses moyennes ayant chacune une origine et une signification différentes : une grande allongée, résultant de l'adaptation de l'écaille de l'occipital au vermis hypertrophié et saillant entre les lobes latéraux du cervelet, analogue à la fossette vermienne des animaux, l'autre, petite, triangulaire (fossette de Lombroso) provoquée par le développement exagéré du nodule de Kerckring. On jugera plus loin de la valeur de cette classification. Parmi les dépressions crâniennes la fossette cérébelleuse moyenne occupe en anthropologie criminelle une place spéciale. Elle constitue encore à l'heure actuelle pour Lombroso un des caractères essentiels du criminel-né.

Dans l'article crâne de l'*Enciclopedia medica italiana* (1878), Lombroso dit que, depuis 1871, il l'a rencontrée :

En Italie : chez 23 p. 100 des délinquants, 20 p. 100 des épileptiques, 16 p. 100 des monomaniaques, un peu plus rarement chez les crétins et les microcéphales, chez 14 p. 100 des aliénés, chez 4,5 p. 100 des individus non criminels et sains d'esprit.

En Amérique : chez 40 p. 100 des Aymaras.

Dans l'homme criminel (p. 170), Lombroso avance que cette fossette se montre chez 13 p. 100 des assassins, 23 p. 100 des voleurs, 40 p. 100 des prostituées et 85 p. 100 des empoisonneuses. Dans le même ouvrage il indique aussi qu'elle existe chez 16 p. 100 des criminels italiens et seulement chez 3,4 p. 100 des criminelles italiennes.

Elle est, d'après lui, commune dans la race juive et coïncide chez 60 p. 100

des sujets, quelle que soit la race, avec une hypertrophie du vermis et des tonsilles, une atrophie des fosses cérébelleuses, et chez quelques sujets avec une synostose de l'atlas et de l'occipital.

Enfin, en 1883, à l'occasion de la discussion sur les criminels qui a eu lieu à la Société d'anthropologie de Paris, Lombroso a adressé la lettre suivante au président de cette société :

« Les nombreuses études que j'ai faites sur les criminels ont éveillé mon attention sur une anomalie qui leur est toute particulière et qui, jusqu'ici, a été trop peu remarquée : c'est l'existence d'une fossette occipitale moyenne qu'on rencontre, au lieu de la crête, dans la proportion de 16 p. 100 chez les criminels et de 5 p. 100 chez les hommes non criminels.

« Chez les fous elle serait, selon nos observations et celles du professeur Bomidt, qui s'est livré, sur ce sujet, à de sérieuses recherches, de 10 à 12 p. 100, fait qui confirme le lien du crime et de la folie. Grâce aux courtoises communications de Strobel, Sergi, Tenchini, Canestrini, Calori, Giacomini, et de Virchow, j'ai pu rechercher l'extension de cette curieuse anomalie dans les différentes races humaines et en dresser le tableau :

RACES.	NOMBRE d'observations.	NOMBRE de cas avec fossette.	PROPORTION pour 100.
Préhistoriques	7	1	14
Égyptiens	84	6	10
Étrusques	34	5	
Cypriotes	8	2	
Nègres	16	1	6.2
Papuas, etc	252	3	41
Mongols	10	0	0
Européens	2 000	100	5
Américains	46	12	26
Aymaras	10	4	40

« On voit par ce tableau que le nom de fossette aymarienne que j'ai donné à cette anomalie n'est pas usurpé. Elle est d'ailleurs très fréquente dans le reste de l'Amérique.

« L'importance de cette coïncidence de proportions de l'anomalie entre les Ancons, les criminels, les fous et certaines races à demi sauvages me semble très grande, car elle ajoute un argument de plus à l'opinion qui ne voit dans les prétendus indices de dégénérescence autre chose que l'atavisme.

« La fréquence de cette anomalie en Amérique coïncidant dans les mêmes proportions avec celle de *l'os des Incas* démontrerait : 1° que si la race américaine n'est pas autochtone, sa dérivation des races jaunes (moins sujettes qu'elle à l'anomalie) date d'une époque incalculable ; 2° que les ano-

malies ne paraissent pas toujours être en parallèle avec la sauvagerie de la race[1]. »

Je dirai de suite au professeur LOMBROSO que c'est beaucoup s'avancer que de prétendre que la fossette cérébelleuse moyenne doit être appelée *fossette aymarienne* parce qu'il l'a rencontrée sur 4 crânes d'Aymaras sur 10. FRANK RUSSEL, qui a recherché sur 2092 crânes américains anciens et modernes parmi lesquels figuraient 437 crânes d'anciens Péruviens exhumés à Ancon, à Casma, etc., cette dépression, ne l'a pas observée, tant s'en faut, aussi souvent que l'éminent anthropologiste italien. Je reproduis la statistique de FRANK RUSSEL[1] :

SUJETS.	NOMBRE de crânes examinés.	PROPORTION centésimale.
—	—	—
Esquimaux.	49	10.2
Nouvelle-Angleterre	50	6
Floride	47	8.5
Ohio et Tennessee.	425	3.7
Nouveau-Mexique	21	0
Californie	158	3.8
Divers	55	1.8
Mexique.	47	6.4
Amérique du Nord.	803	4,1
Pérou (ancien)	437	5.9
Total.	2 092	4.8

Mérite-t-elle davantage d'être considérée comme un stigmate anatomique de la criminalité ? Les faits vont se charger encore de répondre.

MARIMÒ[3], malgré ses préventions initiales, a fini également, comme le professeur LOMBROSO, par conclure à la prédominance chez les criminels de la fossette en question. Il l'a trouvée, dit-il,

Chez des Européens (1 320)	4,9 p. 100
— — criminels (150)	13 —
— Zélandais (22).	50 —
— Australiens (222)	22 —
— Américains (46)	26 —
— Égyptiens et des Étrusques (126) . .	19 —
— Races préhistoriques	14 —

1. LOMBROSO, *Bullet. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, t. VI, p. 410, Paris, 1883.

2. FRANK-RUSSEL, Studies in cranial variation (*The American naturalist*, vol. XXXIV, n° 405. Boston, 1900). FRANK-RUSSEL n'a tenu justement compte dans cette statistique que des cas où cette fossette était constituée par une véritable *concavity*.

3. F. MARIMÒ, Contributo allo studio della fossetta occipitale (*Arch. p. l'antrop. e la ethn.* 1887 et *Arch. di psichiatria*, 1889).

Marimò et Gambara[1] ont noté aussi l'association des os du ptérion et de la fontanelle cérébelleuse moyenne chez 26 p. 100 des criminels et chez 6 p. 100 des non-criminels. Verga et Tamassia[2] affirment avoir rencontré la fossette lombrosienne, le premier chez 23 p. 100, le second chez 24 p. 100 des bandits. Sur 100 crânes de délinquants Ottolenghi et Roncoroni[3] ont rencontré 11 fois la fossette susdite, Roncoroni et Ardù[4] ont noté 3 fois sa présence sur 43 crânes de criminels et Fusari[5], 10 fois sur 104. Corre[6] l'a observée 4 fois sur 29 crânes de criminels asiatiques. Sur 165 crânes d'Européens non délinquants, Romiti[7] l'a trouvée 9 fois soit chez 5 p. 100, et sur 80 crânes d'Européens aliénés, 10 fois, soit chez 12 p. 100. Morselli[8] a signalé son existence chez 14 p. 100 des fous (28 fois sur 200). Mingazzini[9], qui a examiné les crânes de 60 aliénés, a dressé le tableau suivant :

Fossette occipitale moyenne.

ALIÉNÉS en général.	DÉMENTS.	ÉPILEPTIQUES.	MANIAQUES.	LYPÉMANIAQUES.
—	—	—	—	—
22.1	9.6	38.5	16.6	20.0

D'après cet auteur, ce serait donc chez les épileptiques, parmi les aliénés, que la fossette occipitale moyenne se rencontrerait le plus communément.

Mingazzini est également d'avis qu'elle est plus commune chez les criminels que chez les non-criminels. Bergonzoli[10], Zoja[11], Tenchini[12], Ver-

1. F. Marimò et L. Gambara, Contributions à l'étude des anomalies du ptérion (*Arch. per l'antrop.* XIX, 1889).

2. Tamassia, *Arch. per. l'antrop.* IV, 1874.

3. Ottolenghi et Roncoroni, *Anomalies rencontrées à l'autopsie de 100 criminels* Turin, 1891.

4. Roncoroni et Ardù, *Arch. di Psich.* XII, 1891.

5. R. Fusari, *Catalogue de l'Institut anatomique de l'Université de Messine,* p. 17.

6. Corre, *Les Criminels,* p. 18, Paris, 1888.

7. Romiti, *Cervelli di delinquenti,* Siena, 1883.

8. Morselli, *Rivista sperimentale di freniatria e med. leg.,* t. XVI, p. 225, 1890.

9. Mingazzini, *Atti della R. Accad. di Roma,* 1886-1887, et *Rivista sperim. di Freniatria,* 1888.

10. Lombroso et Bergonzoli, *Morgagni,* anno XVI, p. 108, Napoli, 1874.

11. Zoja, *Arch. p. l'antrop. e la etnol.,* vol. I, p. 63. Firenze, 1871. Mon regretté ami le professeur Zoja a trouvé cette fossette excessivement développée chez un Calabrais, Villela, suspecté de brigandage et trois fois condamné pour vol. Elle avait 34 millimètres de longueur, 33 millimètres de largeur et 11 millimètres de profondeur.

12. L. Tenchini, *Annali universali di medicina,* vol. 257. Milano, 1881.

DELLI[1], BIZZOZERO[2], FOÀ[3], CALORI[4], TIZZONI, AMADEI, PAOLI, CONGNET et BONO, FRIGERIO[5], etc., s'accordent avec les anatomistes précédents pour déclarer que cette fossette est moins commune chez les sujets normaux que chez les autres et surtout que chez les délinquants.

Mais cette manière de voir est loin d'être acceptée par tous. En Italie même elle a été combattue par VERGA[6] et GIOVANARDI[7]. En 1889, au Congrès d'anthropologie de Paris, le professeur BENEDICT[8], de Vienne, l'a critiquée en des termes d'une ironie mordante et a déclaré formellement que la fossette cérébelleuse moyenne n'est pas une tare caractéristique des criminels. Dans la triple série d'assassins guillotinés en Belgique (36) qu'ils ont étudiés, HEGER et DALLEMAGNE[9] ont noté une seule fois l'existence de ladite fossette. Dans ses recherches sur 300 crânes des Catacombes de Paris, LUCY l'a vue 31 fois, soit sur un peu plus de 10 p. 100. Les 150 crânes du musée d'anatomie de la Faculté de médecine de Lyon la lui ont présentée 9 fois; 20 crânes de Néo-Calédoniens, 6 fois; 26 crânes de déportés à la Guyane, 9 fois. A s'en rapporter aux chiffres de MARIMÒ et de LUCY, la fossette cérébelleuse moyenne serait donc plus fréquente dans les races inférieures, dans les Parisiens du moyen âge et chez les scélérats que dans les races supérieures et parmi les honnêtes gens.

Mais, comme l'a remarqué le professeur DEBIERRE[10] : « Les chiffres rapportés par LUCY doivent être considérablement abaissés, car cet observateur note que 6 fois sur 20 crânes de Néo-Calédoniens et 2 fois sur 26 crânes de la Guyane, la fossette n'était indiquée que par une surface triangulaire (type I de l'auteur), ce qui n'est pas une fossette, car je me refuse à admettre que le méplat triangulaire postopisthotiaque qu'on rencontre sur pas mal de crânes (10 à 12 fois p. 100) doive être assimilé à la fossette occipitale moyenne.... De même, 14 fois dans les 300 crânes des catacombes et 3 fois dans les 150 crânes lyonnais, LUCY constate que cette fossette n'existait encore qu'à l'état de « surface triangulaire », c'est-à-dire qu'elle n'existait pas, et je ne

1. VERDELLI, *Giornale de la Rivista clinica,* 1874.

2. BIZZOZERO et LOMBROSO, *Arch. p. l'antrop. e la etnol.,* vol. III, p. 23.

3. FOÀ, *Morgagni,* anno XVI, p. 481, 1874.

4. CALORI, *Mem. della Accad. delle Scienze dell' istituto di Bologna,* t. III, p. 269.

5. TIZZONI, AMADEI, etc., *passim.*

6. VERGA, *Arch. p. l'antrop. e la etn.,* vol. II, p. 273, 1872, et *Revista speriment. di freniatria e di med. leg.*, anno II, fasc. II.

7. GIOVANARDI, *Lo Spallanzani,* anno XIII, fasc. I, p. 1, 1875.

8. BENEDIKT, *Archives de l'anthropologie criminelle,* t. IV, p. 555, Paris, 1889, et *Arch. di psichiatria,* 1880.

9. HEGER et DALLEMAGNE, *Annales de l'Université de Bruxelles,* 1881.

10. DEBIERRE, *Le crâne des criminels,* p. 127. Lyon, 1895.

sais pourquoi l'auteur n'a pas purement et simplement rayé le type I de son mémoire. Ainsi modifiés les chiffres de LUCY, au lieu de 10 p. 100, ne donneraient plus guère que 4 à 5 p. 100 de fossettes vermiennes dans les crânes de sujets non criminels.

Sans parler de l'insuffisance des chiffres sur lesquels s'appuient jusqu'ici toutes les statistiques concernant la fossette cérébelleuse moyenne, il faut convenir que le reproche adressé par le professeur DEBIERRE à LUCY pourrait être adressé à tous ou à presque tous les anthropologistes criminalistes qui se sont occupés de cette question. Une seule exception ne peut guère être faite, et encore, que pour la statistique de FRANK RUSSEL.

« Quoi qu'en pense l'école italienne, a écrit de son côté mon ancien collègue d'internat FÉRÉ[1], la fossette vermienne s'observe aussi bien chez les sujets normaux que chez les criminels... C'est un caractère de peu de valeur; à la Salpêtrière, où les vieillards ne sont admis qu'à condition d'avoir un casier judiciaire absolument net, je l'ai trouvée bien marquée 12 fois sur 80. »

Le professeur DEBIERRE a observé ladite dépression 14 fois sur 106 crânes de criminels, soit chez 3,4 p. 100; 4 fois sur 141 crânes de sujets normaux, soit chez 2,8 p. 100. 41 crânes de sujets non criminels déposés à l'institut anatomique de la Faculté de médecine de Lille et provenant en grande partie — plus de la moitié — des asiles d'aliénés d'Armentières et Lourmelet, la lui ont montrée 4 fois et 23 crânes d'aliénés 3 fois. « La fossette cérébelleuse moyenne n'est donc pas, conclut le professeur DEBIERRE[2], comme le veut l'école lombrosienne, un stigmate anatomique presque caractéristique du crâne des bandits.

« Et si je m'en tenais à ces seuls chiffres, je pourrais dire qu'il semble que chez les aliénés la fossette vermienne est plus fréquente, dans la proportion de 2 à 8 p. 100 au moins, que chez les individus sains d'esprit. LOMBROSO donne 14 p. 100 chez les fous. »

Il ressort encore des chiffres de DEBIERRE qu'en Europe, la fossette cérébelleuse moyenne serait moins commune, aussi bien chez les condamnés que chez les honnêtes gens, que le prétend l'école lombrosienne. Je ne reviens pas sur les chiffres indiqués par FÉRÉ, qui est tombé, sans doute, sur une série exceptionnelle.

GIOVANARDI[3] et MACEDO[4] ont effectivement noté, le premier, sur une série de 367 crânes italiens de toute provenance, l'existence de la fossette cérébelleuse sur 13, soit sur 3,5 p. 100; le second, sur une série de 1 000

---

1. FÉRÉ, *Dégénérescence et criminalité*, p. 73, 1888, et *Traité élémentaire d'anatomie du système nerveux*, 2e édit., p. 242, Paris, 1891.

2. DEBIERRE, *loc. cit. supra*, pp. 128-129.

3. GIOVANARDI, *Spallanzani*, 1874.

4. MACEDO, *Arch. di psichiatria*, Torino, 1889.

crânes portugais également de toute provenance, l'existence de cette fossette, chez 3,6 p. 100 des hommes et 1,8 p. 100 des femmes.

Cette cavité fait défaut sur les 8 crânes de criminels de droit commun et les deux crânes de Decouas et Ardoin, guillotinés à Tours, que possède le musée de notre École de médecine. Sur 35 crânes d'aliénés dont 20 d'hommes et 15 de femmes j'ai noté, par contre, 3 fois sa présence : 2 fois chez les hommes et 1 fois chez les femmes. Sur 200 crânes de toute provenance, je l'ai, enfin, rencontrée 7 fois, soit sur 3,5 p. 100. En comprenant tous les crânes de criminels, de non-criminels et de fous que j'ai vus, j'ai donc constaté sa présence 10 fois sur 245 crânes d'Européens, soit chez 2,4 p. 100.

Sur les crânes des assassins Esposito et Tagani, exécutés à Aix et étudiés par mon collègue de Marseille, le professeur Fallot [1], ainsi que sur celui du voleur assassin Baillet, décapité à Douai en 1891, sur ceux de Claye (28 ans) et Degroote (22 ans), guillotinés à Haumont (Nord) en 1893 et sur celui de Vannienwenhove (21 ans) décapité à Lille, en 1894, cette dépression fait défaut.

Qu'importe que l'agile voleur calabrais Villela ait eu une belle fossette vermienne, si cette fossette se rencontre chez les plus honnêtes gens du monde !

Qu'importe que le parricide Vallet ait à la fois un os épactal, un os astérique et une fossette vermienne, puisque le même ensemble ou un ensemble encore plus complexe de variations crâniennes se rencontre chez nombre d'épileptiques, de fous ou de gens sensés.

Qu'importe que le professeur Lombroso soutienne que le crâne de Charlotte Corday appartient à son « type crânien criminel » parce qu'il est assez petit (d'un cubage de 1 360 centimètres cubes), léger (du poids de 111 grammes), orthognathe, cryptozyge et dolichocéphale (indice 77,5) et qu'il présente un front peu élevé, une voûte platycéphale, des os wormiens ptériques, des sutures peu compliquées et une suture sagittale asymétrique sur la nature coronale, un vestige de l'apophyse jugulaire et une fossette cérébelleuse moyenne très développée, etc. Si le type lombrosien du criminel doit se retrouver quelque part, cela doit être assurément sur l'assassin de profession. Or, Charlotte Corday est peut-être une illuminée, une impulsive, mais elle n'a à coup sûr aucun des traits psychiques du criminel d'habitude.

Faut-il aussi considérer comme fou ou criminel Scarpa dont l'occipital était, comme celui de Charlotte Corday, pourvu d'une fossette vermienne ? Si un vice de conformation du crâne ou du cerveau est l'indice d'une infériorité mentale ou d'une tendance au crime, comment se fait-il que Dante et Périclès aient eu le crâne asymétrique (avec grand développement pariétal) ; Kant, un os interpariétal ; Volta, une suture métopique ; Byron, de Humbold,

1. Fallot, *L'Anthropologie criminelle*, t. IV, p. 239, 1889.

Meckel, les sutures crâniennes synostosées avant l'âge : Bichat, un hemisphère cérébral beaucoup moins gros que l'autre, etc. ?

Citer toutes les interprétations qui ont été données du mode de production de la fossette cérébelleuse moyenne serait trop long, je me bornerai donc à indiquer les plus connues. On a dit que cette fossette était due :

1° A la pression qu'exerce le vermis hypertrophié sur la face endocrânienne de l'écaille (ALBRECHT) ;

2° A l'absence de l'osselet de Kerckring coïncidant avec une hypertrophie du vermis (LOMBROSO [1], OTTO [2], VERDELLI [3], BIZZOZERO [4], FOÀ [5], CALORI [6], TIZZONI [7], BERGONZOLI [8], GRATIOLET [9], etc.) ;

3° A l'absence ou au développement rudimentaire de l'osselet de Kerckring coïncidant avec une hypertrophie du vermis (ROMITI) ;

4° A l'absence de l'osselet de Kerckring indépendamment de toute pression du vermis sur l'endocrâne (MARIMÒ);

5° Au développement exagéré de l'osselet de Kerckring, indépendamment de toute pression du vermis sur l'endocrâne (CHIARUGI) ;

6° A un vice de développement des sinus veineux postérieurs de la duremère (BENEDIKT).

Le cervelet appartient par son origine au cerveau postérieur ou cerveau pénultième (quatrième vésicule cérébrale) dont la base devient la protubérance ; les parties latérales, les pédoncules cérébelleux supérieurs et la voûte du cervelet ; la cavité de la vésicule sera la partie supérieure du quatrième ventricule. La voûte prend donc un accroissement colossal. C'est d'abord sa partie médiane qui s'épaissit pour former le lobe médian du cervelet et plus tard ses parties latérales pour constituer les hémisphères cérébelleux. De même chez les *Vertébrés* le lobe médian du cervelet existe seul chez les *non-mammifères* ; les lobes latéraux ou hémisphère du cervelet n'apparaissent nettement que chez les *Mammifères*, et plus on remonte dans l'échelle zoologique et plus on voit ces lobes prendre de l'importance ; ils finissent par l'emporter comme volume sur le lobe médian, provoquant

---

1. LOMBROSO, *Rivista speriment. di freniatria e di med. leg.* II, 2, p. 127, Reggio-Emilia, 1876.
2. OTTO, cit. p. LOMBROSO, *loc. cit. suprà,* p. 5.
3. VERDELLI, *Rivista clin. di Bologna,* 1874.
4. BIZZOZERO, *Arch. d. Anthrop.,* 1873.
5. FOÀ, *Morgagni,* 1874.
6. CALORI, *loc. cit. suprà,* p. 270.
7. TIZZONI, cit. par LOMBROSO in *Enciclop. med. Italiana.*
8. BERGONZOLI, *Morgagni,* 1874.
9. GRATIOLET, *Anat. comp. du syst. nerveux.*

un développement considérable de la protubérance annulaire, qui est leur prolongement central.

L'homme est caractérisé entre tous par la petitesse relative de son lobe médian, lobe cependant primordial et fondamental de l'organe, comme l'a fait remarquer GALL, et par l'énorme prépondérance de ses hémisphères cérébelleux que relie la puissante commissure de la protubérance annulaire. Ce lobe médian est constitué par les vermis supérieur et inférieur. Quelquefois le vermis supérieur a la forme d'un grand triangle allongé dont la base regarde en avant et dont les bords antéro-postérieurs sont limités par des fissures latérales. LOMBROSO a insisté sur la fréquence de ce mode de conformation chez les criminels et les faibles d'esprit. Il a remarqué de plus que chez les criminels on rencontrait avec une fréquence quatre fois plus grande que chez les sujets sains un vermis inférieur hypertrophié occupant une fossette cérébelleuse moyenne; disposition qui rappelle le cervelet moyen des *Rongeurs* et celui de l'homme du troisième au quatrième mois de la vie fœtale.

« Je puis l'affirmer avec d'autant plus de force, déclare LOMBROSO, que j'ai noté avec FOÀ, CALORI, ROMITI et TENCHINI sur 107 cadavres la coïncidence de l'une et l'autre anomalie (fossette occipitale moyenne et vermis hypertrophique) dans la proportion de 60 p. 100. » D'organe de l'instinct sexuel, comme dans la théorie de GALL, le cervelet est devenu dans la théorie lombrosienne l'organe de l'instinct brutal et impulsif. D'où son développement chez les malfaiteurs.

La poussée du vermis hypertrophié sur l'os suffit seule pour expliquer, selon ALBRECHT, l'apparition de la fossette cérébelleuse moyenne chez l'homme. A cette cause LOMBROSO et ROMITI en ajoutent néanmoins une autre, l'absence ou le développement rudimentaire de l'osselet de Kerckring qui comble en bas la lacune qui subsiste jusqu'à la fin du troisième mois, en arrière du trou occipital, entre les deux branches terminales de bifurcation de la crête occipitale interne.

Les trois premières interprétations qui ont été données du mode de production de la fossette cérébelleuse moyenne de l'homme semblent, *a priori*, d'accord avec les faits. Il n'en est rien cependant. Comment la concilier, en effet, avec l'observation qu'a publiée dans la *Rivista sperimentale*, en 1891, ROSSI, sous le titre « Un cas de manque du lobe médian du cervelet avec présence de la fossette occipitale médiane »? Il s'agit dans ce cas d'une idiote, âgée de 31 ans, chez laquelle le lobe médian du cervelet manquait et qui possédait une grande fossette cérébelleuse moyenne. Avant ROSSI, VERGA et GIOVANARDI avaient déjà objecté, du reste, au professeur LOMBROSO que, de son aveu même, le vermis hypertrophié et l'excavation crânienne qu'il considère comme l'anomalie peut-être la plus caractéristique et certainement la plus atavistique de la criminalité ne coexistent pas chez 40 p. 100 des sujets.

Est-ce à dire qu'on doive nier absolument que le vermis ne puisse laisser aucune trace de son empreinte sur l'endocrâne? Oui, en ce qui touche les crânes normaux; non, en ce qui touche les crânes pathologiques. La vraie fossette vermienne, causée par la pression du vermis, s'observe assez fréquemment chez les hydrocéphales. Ici l'empreinte du vermis sera d'autant plus profonde que les lobes cérébelleux le laisseront plus à découvert.

J'arrive aux deux explications qui ont été fournies de l'apparition de la fossette vermienne, par un défaut ou un excès de développement de l'osselet de Kerckring, indépendamment de toute pression exercée sur la face interne de l'écaille de l'occipital par le vermis. Elles sont, en raison du désaccord qui règne entre les anatomistes sur l'état péninsulé ou insulé primitif, la fréquence et la date d'apparition, la signification de cet osselet, etc., aussi peu plausibles que les précédentes. C'est sur un fœtus humain de près de quatre mois et dont toutes les autres pièces de l'écaille de l'occipital étaient par suite soudées entre elles, que KERCKRING a trouvé le nodule osseux qui porte son nom et qui comble la lacune que laissent au-dessus du trou occipital les deux branches terminales de la crête occipitale interne. Voici en quels termes l'anatomiste hollandais[1] a décrit ce petit noyau d'ossification : *Post hanc coalitionem perfectam succrescit huic triangulare novum — ossiculum tricuspidale, in perfectum quoque efformatum triangulum. Tangit autem una cuspide os triangulare jam dictum, dum vero alias extendit versus* χορωνας, *quas plerumque natura variare amet cum iis et osse triangulare, jam sæpius nominato, in unum coaluit.* En contradiction avec cette définition, KERCKRING a fait cependant représenter un cas où l'osselet qu'il a décrit ne touchait pas l'écaille.

NICOLAÏ[2] a mentionné brièvement la présence, chez un fœtus humain de cinq mois, d'un prolongement du milieu du bord inférieur de l'écaille; « sans doute l'osselet de Kerckring, déjà fusionné avec l'écaille », dit-il.

ROMITI[3] n'a jamais rencontré l'osselet de Kerckring à l'état de granule isolé.

H. STIEDA[4] a constaté sur deux fœtus humains de cinq mois, sur deux fœtus humains de sept mois et sur un fœtus humain à terme, la fusion de l'osselet de Kerckring avec la partie moyenne du bord inférieur de l'écaille.

BIANCHI[5] a examiné un grand nombre de fœtus humains de différents âges

---

1. TH. KERCKRINGII *Spicigelium anat.* Osteogenia fœtuum. C. IV, p. 212, Amstelodami, 1670.

2. NICOLAI, *Beschreibung der Knochen des menschlichen Fötus,* Munster, 1829.

3. ROMITI, *loc. cit. supra,* p. 68.

4. H. STIEDA, *Die anomalien der menschlichen Hinterhauptsschuppe,* Wiesbaden, 1892.

5. S. BIANCHI, *Monitore zoologico italiano,* 1893.

et n'a jamais vu sur aucun d'eux l'osselet de Kerckring être indépendant et présume que, presque toujours sinon toujours, « cet osselet n'est qu'un prolongement médian de l'endocrâne ». Il propose, d'après VIRCHOW, d'appeler cet osselet dont il a signalé également l'existence chez le *chien*, *manubrium squamæ occipitalis*.

DEBIERRE[1], qui a recherché le même ossicule sur 24 crânes de fœtus humains plus ou moins âgés, ne l'a trouvé libre que sur un fœtus de vingt-huit jours. Dans une seconde série de 15 fœtus humains de quatre à six mois il faisait défaut chez trois, et chez chacun de ceux-ci la marge inférieure de l'occipital offrait une encoche au niveau du point qu'il occupe ordinairement.

Pour H. LENGUICH, il est, enfin, toujours une expansion du sur-occipital et il propose pour ce motif de le dénommer *processus Kerckringii*. 9 enfants de

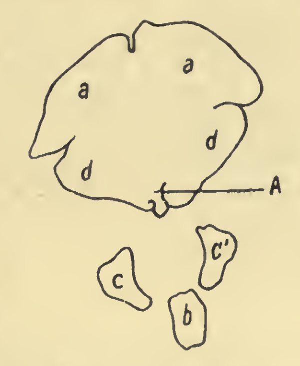


FIG. 4. — Face endocrânienne de l'occipital d'un fœtus humain de cinq mois ♀.

aa', les deux points d'ossification supérieurs ou de la portion membraneuse de l'écaille ; dd', les deux points d'ossification inférieurs ou de la portion cartilagineuse de l'écaille ; cc', condyles; b, apophyse basiliaire ; A, osselet de Kerckring.

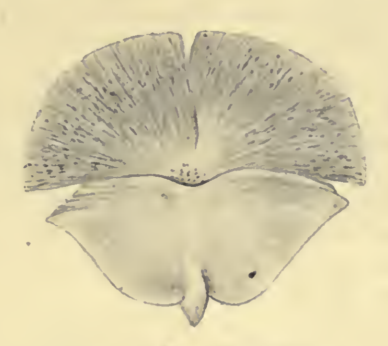


FIG. 5. — Face endocrânienne de l'occipital d'un fœtus de 4 mois et demi (grandeur double).

aa', les deux points d'ossification supérieurs ou de la portion membraneuse de l'écaille ; bb', les deux points d'ossification inférieurs ou de la portion cartilagineuse de l'écaille ; A, granule ou noyau de Kerckring.

deux mois à un an (4 du sexe masculin et 5 du sexe féminin) étant morts le même jour, il y a quelques années, d'entérite cholériforme, à la Maternité de l'hôpital général de Tours, j'ai cherché sur chacun d'eux l'osselet de Kerckring. Je ne l'ai rencontré sur aucun, sauf sur une fillette de cinq mois où il se continuait en haut, au moyen d'un pédicule osseux étroit avec la partie moyenne du bord inférieur du sur-occipital.

Plus récemment je m'en suis occupé de nouveau. Je n'en ai trouvé aucune trace sur trois fœtus humains du sexe masculin âgés, l'un de seize semaines

1. DEBIERRE, *Journ. de l'anat. et de la phys.*, p. 385, Paris, 1875.

(fœtus de 8/10,5)[1], l'autre de quatre mois (fœtus de 9,6/13,1), le troisième de cinq mois (fœtus de 11,6/17,2). Mais j'ai noté sa présence sur deux fœtus humains du sexe masculin, âgés l'un et l'autre de quatre mois et demi (deux jumeaux-fœtus de 11/14,2 et de 10,9/13,8) et sur un fœtus humain du sexe féminin âgé de cinq mois (fœtus de 12,8/19,8). Sur les deux fœtus masculins, il avait la forme d'une languette arrondie à son extrémité libre. Sur le fœtus du sexe féminin âgé de cinq mois, il avait la forme d'une lame pointue. Sur tous il faisait suite à la portion moyenne du bord inférieur de la table interne de l'occipital.

Parmi les anatomistes que j'ai cités, il y a un instant, la plupart croient que le nodule de Kerckring est toujours, dès son début, un prolongement du bord inférieur du sur-occipital, un cap osseux, et un petit nombre qu'il est, *quelquefois*, d'abord un îlot osseux qui se soude de bonne heure au même bord. Il en est d'autres qui estiment qu'il est *toujours* primitivement un centre d'ossification autonome, c'est-à-dire indépendant du sur-occipital. Telle est l'opinion de RAMBAUD et RENAULT[2], de LUCY[3], de STAURENGHI, de LUSCHKA[4], qui ont trouvé ce granule complètement isolé, les deux premiers sur plusieurs fœtus humains de quatre mois, le troisième sur un fœtus humain de six mois, le quatrième sur un fœtus humain de sept mois le cinquième sur de jeunes enfants. ALBRECHT[5] prétend l'avoir rencontré entièrement libre sur un jeune *halmature* (*Marsupial*) et STAURENGHI sur des *Bovidés*. Le professeur MAGGI[6] déclare l'avoir vu sous forme de *manubrium squamæ occipitis* sur un très jeune *chimpanzé* (*Troglodytes niger*), un *Cynocéphale babouin* et un *porc* nouveau-né (*Sus scrofa*). En se basant sur le dessin de la partie postérieure du crâne du *Gomphonatus reptile fossile gomphodonte*, donné par SEELEY, le même anatomiste incline à croire que l'osselet de Kerckring était déjà présent, à l'état isolé, chez les *Reptiles permotriasiques* tandis que chez les *Cynognatus*, ce nodule — qui peut être bifide ou même quadrifide — est fusionné avec les os environnants. Par contre, BIANCHI n'a jamais trouvé la moindre trace de l'osselet de Kerckring dans les animaux. Je n'ai pas été plus heureux que lui et DEBIERRE déclare « qu'il ne paraît pas exister chez les animaux ».

Pour KERCKRING, RAMBAUD et RENAULT, il est constant; pour LUCY, il

---

1. Le premier chiffre indique la longueur vertex-coccyx, le second chiffre la longueur totale du fœtus.

2. RAMBAUD et RENAULT, *Origine et développement des os*, p. 103, pl. VIII, fig. 2, Paris, 1863.

3. LUCY, Th. doct., p. 21, Lyon, 1889.

4. LUSCHKA, cit. par CHIARUGI. *Atti R. Accad. Fisiocritici*, Siena, 1885.

5. ALBRECHT, *loc. cit. supra*, p. 9.

6. MAGGI, *Rend. R. Istit. Lomb. Milano*, 1890-1897.

s'observe dans la plupart des cas, « soit en entier soit au moins en vestige ». Pour BIANCHI, DEBIERRE et POIRIER, il est inconstant. STIEDA ne l'a rencontré que chez 29 p. 100 des fœtus de cinq mois. STAURENGHI[1] affirme qu'il est excessivement rare. C'est aussi mon avis. Il est quelquefois bifide.

KERCKRING, RAMBAUD et RENAULT assurent qu'il apparaît à la fin du troisième mois ; BIANCHI, dans le courant du troisième ou du quatrième mois : DEBIERRE, à partir du quatrième mois; LUCY, à la fin du quatrième, etc. BIANCHI, qui tient compte des différences individuelles, me semble ici se rapprocher le plus de la vérité.

Divers auteurs admettent à l'heure actuelle que dans certains ordres de *Mammifères*, il existe des vestiges ataviques du proatlas : vertèbre entièrement ou partiellement développée dans les *Anamniens* et représentée par des rudiments constants d'hypophyses et de neurapophyses dans les *Amnotes*[2]. Le noyau de Kerckring serait la reproduction à l'état rudimentaire et sous l'influence de l'atavisme de la neurapophyse du proatlas.

Je ne saurais me rallier à cette manière de voir. Dans son mémoire sur le *cartilage primordial et son ossification dans le crâne humain avant la naissance*, HANNOVER[3] a établi que chez le fœtus humain de quatre mois, l'espace compris entre le trou occipital, les bords internes cartilagineux des exoccipitaux et le bord inférieur osseux du suroccipital, n'est pas comblé par le cartilage crânien primordial, mais par une membrane de forme trapézoïdale et de nature conjonctive à laquelle il a donné le nom de *membrane spinoso-occipitale*. Cette membrane qui clôt en arrière le trou occipital a été retrouvée dans des fœtus humains plus âgés et dans des fœtus de divers *Mammifères*, par MAGGI et BIANCHI. Ainsi qu'à ce dernier il me semble qu'elle existe normalement chez la plupart des *Mammifères* y compris l'homme. Sur tous les fœtus humains ou animaux sur lesquels je l'ai cherchée, elle était présente : sur trois fœtus humains du sexe masculin : un de quatre mois et deux de quatre mois et demi (deux jumeaux) et un fœtus humain du sexe féminin de cinq mois, sur des fœtus de *Canidés* de trente à trente-cinq jours, deux fœtus de *Suidés* (*Sus scrofa*) de deux mois environ, un fœtus *bovin* de quatre mois, divers

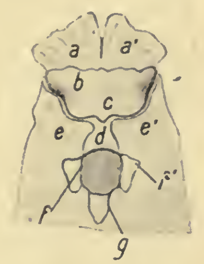


FIG. 6. — Face endocrânienne de l'occipital d'un fœtus humain de quatre mois.

aa', interpariétaux ; *b*, suroccipital ; *c*, prolongement du suroccipital (*manubrium squamæ occipitis*) ; *d*, membrane spinoso-occipitale de Hannover ; *ee'*, cartilage primordial ; *ff'*, exoccipitaux ; *g*, bas occipital ; *h*, trou vertébral.

1. STAURENGHI, *Contribuzione alla osteogenesi dell'occipitale umano e dei Mammiferi*, pp. 35 et 81, Pavia, 1889.

2. ALBRECHT, BAUR, RATHE, DESLONGCHAMPS, KOKEN, MARSH, etc.

3. HANNOVER, Kjobenhavn, 1880.

fœtus à mi-terme — autant qu'il était permis d'en juger — de *mouton* (*Ovis aries*) et de *chat* (*Felis catus*). Chaque élément des vertèbres étant précédé d'une ébauche cartilagineuse, il est donc matériellement impossible de considérer le granule de Kerckring comme la reproduction à l'état rudimentaire et sous l'influence de l'atavisme du proatlas chez l'homme.

Mais alors même qu'il en serait autrement, il n'en serait pas moins impossible également d'établir la moindre relation de cause à effet entre le développement de ce granule et la fossette cérébelleuse moyenne, quelles que soient la forme et les dimensions de cette dernière.

Comment expliquer par l'absence de l'osselet de Kerckring la non-apparition de la fossette en question puisque l'absence de cet osselet est aussi bien la règle dans l'espèce humaine que dans les espèces animales? Comment se fait-il que cette excavation acquiert ses plus grandes dimensions précisément dans les *Carnivores*, les *Rongeurs*, etc., où l'existence du nodule de Kerckring est mise en doute, sinon niée, par la généralité des zootomistes?

C'est sans doute pour pallier à ces objections que Chiarugi admet deux fossettes cérébelleuses moyennes, l'une plus ou moins distante du trou occipital, spéciale aux animaux; l'autre opisthiaque, de forme triangulaire, propre à l'homme. Pour expliquer l'absence de cette dernière, il invoque non pas l'absence du granule de Kerckring, mais au contraire le développement exagéré de ce nodule. J'opposerai de suite au professeur Chiarugi, d'abord, comme précédemment, que l'absence de cet osselet est la règle aussi bien dans l'espèce humaine que dans les espèces animales; ensuite que, dans l'une comme dans les autres, il est soudé de très bonne heure au suroccipital s'il n'en dépend pas et qu'il se révèle, pendant la vie intra-utérine, non par une dépression, mais par un relief médian. On rencontre, d'autre part, aussi bien dans l'espèce humaine que dans les espèces animales, tous les intermédiaires entre la fossette cérébelleuse moyenne en forme de gouttière et celle en forme de triangle à base inférieure. La présence de cette dernière, que Chiarugi croit particulière à l'homme, a été constatée chez un jeune *orang* par le professeur Maggi et chez un *entelle* par moi.

Le 29 août 1899 le professeur Benedikt, de Vienne, m'a écrit : « L'apparition de la fossette occipitale médiane dépend du développement du *sinus cruciatus*. C'est une question de développement du système veineux et non une question de criminalité. Avant de dire si cette fossette est plus commune chez les criminels, il faudrait établir, par une statistique bien faite, que le système veineux est plus prononcé chez eux que chez les autres. Lombroso qui l'a rencontrée sur quelques crânes de Juifs a tiré de ce fait des conséquences inacceptables sur la valeur morale de la race. « La race juive est une race veineuse chez laquelle les hémorrhoïdes, le glaucome, etc., s'observent plus fréquemment que dans les autres races. » J'ignore s'il est péremptoirement démontré que les Juifs sont plus favorisés sous le rapport du système

veineux que les autres hommes et la fossette cérébelleuse moyenne plus commune chez eux, mais l'explication qu'apporte de la raison d'être de la variation en question le professeur Benedikt me paraît moins hypothétique que les précédentes. J'ai indiqué antérieurement que les modifications de forme, de trajet, de profondeur, de largeur des gouttières endocrâniennes qui reçoivent les sinus veineux postérieurs de la dure-mère dépendent de ces sinus. Que les sinus occipitaux postérieurs n'existent pas ou soient rudimentaires, les gouttières qui les contiennent doivent faire défaut ou être peu marquées; qu'ils soient très développés, leurs gouttières doivent être larges, longues et profondes; qu'ils soient confondus sur la ligne médiane, ils doivent être logés dans une dépression unique dont les dimensions, la forme, la direction seront subordonnées à celle du tronc veineux unique anormal. Or, on a noté l'absence de l'un et l'autre de ces sinus (Morgagni, Theile, Knott), leur fusion complète, leur indépendance complète, leur naissance par un tronc commun se bifurquant à une hauteur variable au-dessus du trou occipital, leur naissance par deux troncs qui se réunissent en un seul canal plus ou moins long qui se divise à nouveau. Ils peuvent résulter de la bifurcation du sinus longitudinal supérieur, être très accusés et suppléer les sinus latéraux (Dumont), etc. Il conviendrait de préciser d'une façon exacte quel est dans chacun de ces cas la conformation de l'os sous-jacent. C'est ce qui n'a pas encore été rigoureusement fait. Il est possible que, sous l'influence de l'atavisme, la fossette cérébelleuse moyenne réapparaisse principalement chez les hommes dont le système veineux est plus développé, mais cette assertion est encore bien loin d'être prouvée péremptoirement.

Anatomie comparée. — Le crâne des *Mammifères* possède généralement trois fossettes en arrière et en bas: une moyenne[1] pour le lobe moyen du cervelet (*fossette cérébelleuse moyenne*) et deux latérales pour les lobes latéraux du cervelet (*fossette cérébelleuse droite* et *fossette cérébelleuse gauche*). Extérieurement ces trois excavations se traduisent très souvent par trois renflements : un moyen correspondant à l'excavation moyenne et deux latéraux aux deux excavations latérales. La fossette cérébelleuse moyenne est séparée, à droite et à gauche, de chacune des deux autres par une crête (*crête paravermienne* d'*Albrecht*). Une dépression (*fossette paravermienne* d'*Albrecht*) décèle ordinairement, en dehors, de chaque côté du renflement moyen la présence de cette crête. La fossette cérébelleuse moyenne varie sensiblement de forme et d'étendue dans les différents *Mammifères*; chez un certain

---

1. La fossette cérébelleuse moyenne reçoit chez l'homme, comme je l'ai dit, le vermis inférieur. Il en est de même chez les autres *Mammifères,* sauf chez quelques-uns; chez ceux-ci la partie dorsale du vermis crânial (vermis supérieur de l'homme) est logée dans une dépression située sur la face caudale d'un opercule qui généralement correspond aux interpariétaux.

nombre d'entre eux, elle occupe une portion plus ou moins grande de la partie de l'écaille de l'occipital qui est précédée d'une ébauche membraneuse. On peut résumer ces données dans le tableau suivant :

Organes correspondant au cervelet.

A, du côté interne du crâne.	*B, du côté externe du crâne.*
1. Fossette cérébelleuse latérale gauche (hémisphère gauche du cervelet);	1. Renflement cérébelleux gauche;
2. Crête paravermienne gauche;	2. Fossette paravermienne gauche
3. Fossette cérébelleuse moyenne (hémisphère moyen du cervelet);	3. Renflement vermien;
4. Crête paravermienne droite;	4. Fossette paravermienne droite;
5. Fossette cérébelleuse latérale droite (hémisphère droit du cervelet).	5. Renflement cérébelleux droit.

La fossette cérébelleuse moyenne se trouve chez tous les *singes*, à l'exception de l'*orang*, du *chimpanzé* et du *gorille* qui ne la possèdent que rarement. Chez ces trois grands *singes* elle est remplacée d'ordinaire, on le sait, par une colonnette osseuse dite *colonnette occipitale interne ou vermienne*. Le quatrième *anthro-*

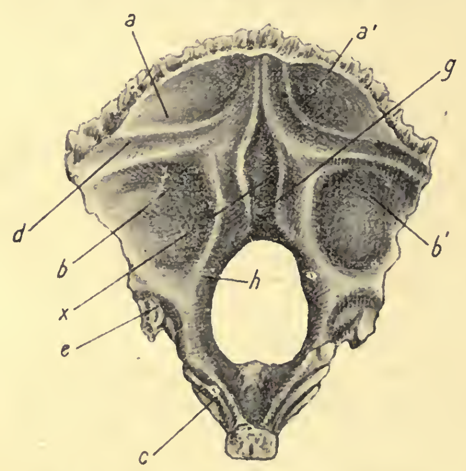


Fig. 7. — Face interne de l'écaille de l'occipital d'un jeune *Hilobates leuciscus* (n° 110 du Musée d'histoire naturelle de Belgique).

aa', fosses occipitales supérieures; *bb'*, fosses occipitales inférieures ; *f*, fossette cérébelleuse moyenne divisée en deux fossettes secondaires.

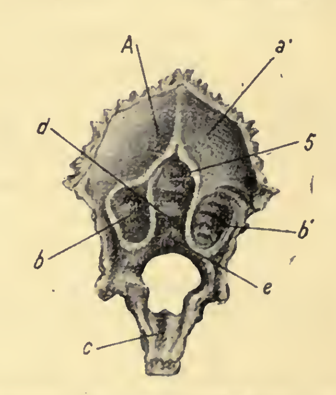


Fig. 8.— Face interne de l'écaille de l'occipital d'un *Callithrix calligata* (n° 698 du Musée d'histoire naturelle de Belgique).

aa', fosses occipitales supérieures ; *bb'*, fosses occipitales inférieures; *e*, fossette cérébelleuse moyenne divisée en deux fossettes secondaires.

poïde, l'*hylobate*, a, par contre, une fossette cérébelleuse moyenne très prononcée. Albrecht a même fait dessiner l'occipital d'un *gibbon cendré* (*Hylobates leuciscus*) dont l'excavation dont il s'agit était partagée en deux parties par une crête transversale, une *supérieure dorsale*, ou *épistaphyline*, plus

vaste et une *inférieure*, *ventrale* ou *staphyline*, plus petite. Un vice de conformation absolument identique a été observé par le même anatomiste sur un *aneture* (*Callithrix calligata*); par LUCY, sur quelques *Hylobates;* par MORSELLI, sur un *Hylobate concolor* et par moi sur un *siamang*.

Sur 31 crânes d'*Anthropoïdes* (18 *chimpanzés*, 9 *gorilles*, 3 *orangs*, 1 *gibbon*), le professeur DEBIERRE[1] n'a pu découvrir la fossette cérébelleuse moyenne.

Étudiant 70 crânes dont 41 d'*Anthropomorphes* et tous les autres de *Pithéciens*, de *Cébiens Platyrrhiniens* de genres et d'espèces différents, MORSELLI[2] a constaté son absence chez un *Hamadryade* et un *Colobus guereza* et sa présence dans les *Semnopithèques* (*S. cristatus*, *nasalis*, *larvatus*), les *Cercopithèques* (*C. albogularis*), les *Cercocèbes* (*Cercocèbus collaris*), les *Macaques* (*Inuus nemestrinus*, *M. thibetanus*) et les autres *Singes de l'ancien continent*, les *Platyrrhiniens* (*Stentor niger*, *Stentor barbatus*). Il l'a vue également faire presque toujours défaut chez les trois *Anthropoïdes supérieurs : chimpanzé* (*Troglodytes niger*), 0 fois sur 3; *gorille* (*Troglodytes gorilla* et *Gorilla gina*), 1 fois sur 3; *orang-outang* (*Simia satyrus*), 1 fois sur 30. Elle manquait sur 2 crânes de *gibbons* (*Hylobates syndactilus* et *H.* [?]) sur 6. Parmi les 30 crânes d'orangs, appartenant tous au Musée civique de Gênes, examinés par le professeur MORSELLI, il y en avait un, celui d'un jeune *orang* mâle de la variété *Majas* Kassa ou Kassir, chez lequel elle affectait la forme triangulaire. Elle avait la même forme chez un *houlman* ou *entelle* (*Semnopithecus entellus*) que j'ai disséqué.

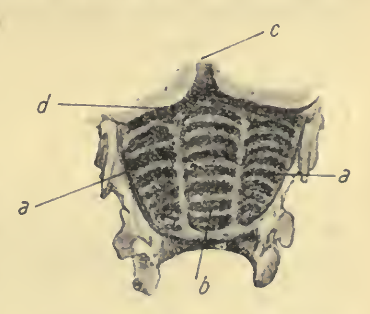


FIG. 9. — Face interne de l'écaille de l'occipital d'un *Pteropus edulis*. *aa'*, fossettes cérébelleuses latérales; *b*, fossette cérébelleuse moyenne.

Il n'est pas fait mention de la dépression vermienne dans la thèse de MAISONNEUVE sur l'ostéologie et la myologie du *Vespertilio murinus*. Elle a cependant, s'il faut en juger par le *Melanon-Bourou* (*Pteropus edulis*), le *Grand Fer à cheval* (*Rhinolophus unihastatus*) et la *Pipistrelle* (*Vespertilio pipistrellus*), des caractères bien typiques dans les *Chéiroptères*. Aussi vaste que les fosses cérébelleuses latérales, elle présente de même qu'elles une grande quantité de gouttières et de crêtes transversales secondaires destinées aux lobules et aux sillons interlobulaires transversaux de la face caudale du lobe médian[3] et des lobes latéraux du cervelet.

1. DEBIERRE, *Mém. de la Soc. de Biolog. de Paris*, 1892.

2. MORSELLI, *Atti della Soc. Ligustica di sc. natur.* Genova, 1890, et *Arch. di psichiat.*, même année.

3. La fossette cérébelleuse impaire des *Oiseaux* est constituée de la même façon.

Elle est très développée chez les *Insectivores* et surtout chez les *Rongeurs*, comme j'ai pu m'en assurer sur la *musaraigne commune*, le *hérisson*, le *rat*, le *cobaye*, le *lapin*, le *lièvre*, etc. Celle du *Dasyprocta nigricans* est composée d'après Albrecht de deux parties[1] : « une partie pariéto-interpariétale et une partie squamale[2] » et chacune des deux fossettes cérébelleuses latérales, plus considérables encore, de trois parties : « une partie pariéto-interpariétale, une partie squamale et une partie ex-occipitale ».

La fossette cérébelleuse moyenne se retrouve dans tous les *Carnassiers fissipèdes* et *pinnipèdes*. J'ai noté sa présence chez le *Renard ordinaire* (*Canis vulpes*), le *Renard charbonnier* (*Canis alopex*) et un *Renard bleu* ou *Isatis* (*Canis lagopus* du Muséum de Bordeaux. « Il y a chez les *Chiens*, dit Meckel[3], une protubérance arrondie, comme trace de l'éminence cérébelleuse moyenne. Les *Ours*, surtout l'*Ours blanc*, ont une crête longitudinale moyenne très forte à la place de laquelle s'élève chez les *Ratons* (*Procyon*) et les *Blaireaux* (*Meles*) une protubérance semblable à celle des *Chiens*. » La fossette vermienne du *Chat domestique* (*Felis catus domesticus*) est énorme par rapport aux fosses cérébelleuses ; elle n'empiète cependant pas sur l'interpariétal, mais s'élargit et devient profonde en haut ; de plus, elle présente des crêtes transversales. Sur des crânes de *chats d'Angora* de huit jours, j'ai constaté que la fossette dont je parle a déjà des caractères analogues à ceux qu'elle a plus tard.

Elle existe aussi dans les *Sirènes* (*Dugongs* et *Lamentins*), les *Cétacés* (*Dauphins*), les *Ongulés*, les *Édentés* (*Paresseux*, *Tatous*, *Fourmiliers*, *Pangolins*), les *Marsupiaux*. Au nombre des *Marsupiaux botanophages* qui la possèdent, le professeur Albrecht a indiqué le *Halmaturus Derbianus*, le *Dorcopsis luctuosa*, le *Phalangista* sp., le *Bideleus australis* et au nombre des *Marsupiaux zoophages*, le *Parameles nasuta* et le *Didelphys quica*.

J'ai dit, au commencement de ce paragraphe, qu'à la fossette cérébelleuse moyenne et aux deux fossettes cérébelleuses latérales correspondaient généralement, au dehors, chez les *Mammifères*, trois renflements séparés par deux dépressions. Ces trois bosses et les deux sillons qui les isolent coexistent dans l'*Hapale rosalia*, le *Cebus apella*, les *Lémuriens*, le *gibbon*, etc. Le renflement cérébelleux du *chien*, du *renard ordinaire*, du *renard charbonnier*, de l'*Isatis*, de la *chèvre*, du *mouton mérinos*, du *tatou à 9 bandes*, etc., est beaucoup plus prononcé que les deux autres et les sillons qui les bordent sont peu profonds. Celui de l'*Herpestes Loempo* (*carnassier*), au lieu d'être ovalaire ou hémisphérique, a la forme d'une bouteille. Celui du *Dasyprocta nigricans* est surmonté d'une crête. Très visible chez le *porc* très

1. Albrecht appelle squamal, l'écaille de l'occipital, et squamosal celle du temporal.
2. Meckel, *loc. cit. supra*, p. 216.

jeune, cette saillie disparaît chez le *porc* adulte; chez ce dernier, l'écaille de l'occipital n'est plus convexe en dehors, mais très fortement concave. Par suite de l'énorme épaisseur de l'écaille de l'occipital, il n'y a, dans les *Solipèdes*, aucune corrélation possible entre le mode de conformation de la table interne et de la table externe de l'os. Il en est de même, et pour la même raison, sur le *tigre* (*Felis tigris*), ainsi que j'ai pu m'en rendre compte sur le crâne d'un de ces *Félins*, déposé dans une des vitrines du cabinet d'histoire naturelle du Lycée de Tours. Les trois renflements cérébelleux et les deux dépressions longitudinales qui les séparent manquent dans le *Callithrix calligata*, le *gorille*, le *chimpanzé* et l'homme.

Kuypers, un de mes anciens élèves, aujourd'hui dentiste à Paris, a gardé le crâne d'un homme de 45 ans, mort de pleurésie à l'hôpital de Tours, il y a une vingtaine d'années, et qui a une fossette cérébelleuse moyenne, de forme olivaire, limitée par deux lignes horizontales, distantes la supérieure d'un centimètre de la protubérance occipitale interne, l'inférieure de deux centimètres du trou occipital et qui saillait fortement en dehors. Albrecht a observé le même renflement cérébelleux sur le cadavre d'un homme qui avait une fossette vermienne triangulaire.

La faux du cerveau des *Ongulés,* en s'ossifiant au niveau des interpariétaux, donne naissance à une saillie concave en bas qui se continue avec la fossette cérébelleuse moyenne en formant une sorte d'opercule pour le vermis du cervelet. Cet opercule, très manifeste chez les *Equidés,* est appelé opercule vermien par Albrecht. Il a de grandes dimensions et prend son origine sur le sus-occipital dans les *Dauphins*, les *Phoques*, les *Arctocéphales*, les *Otaridés* et l'immense généralité des *Carnassiers*. Je ne sache pas qu'il ait encore été signalé chez des animaux d'un ordre plus élevé.

Quoi qu'il en soit, il est évident que puisque la fossette cérébelleuse moyenne existe chez tous les *Mammifères*, y compris le *gibbon*, le plus dégradé des *Anthropoïdes*, la réapparition de cette fossette chez le *gorille*, *l'orang*, le *chimpanzé* et l'homme doit être attribuée à l'atavisme.

Dans les divers musées anatomiques de France, d'Italie et de Belgique que j'ai parcourus, j'ai été à même de rencontrer 16 crânes d'*Anthropoïdes* (4 de *chimpanzés*, 5 de *gorilles*, 4 d'*orangs*, 3 de *gibbons* (2 *Hylobates* et 1 *Siamang*). Un *Siamang* seul m'a offert cette malformation (fossette cérébelleuse moyenne en bissac). Au total, elle est donc plus commune chez lui que chez les autres *Anthropoïdes.*

Parmi les *Singes*, c'est, au dire du professeur Romiti, chez le *Cercopithecus sabœus* qu'elle se rapproche le plus de la forme qu'elle a d'ordinaire chez l'homme.

La fossette cérébelleuse moyenne a encore été signalée chez un *Arctopithèque* (*Hapale rosalia*) et un *Cebus* (*Cebus apella*), par Albrecht, un *Cynocéphale* par Debierre, 6 *Semnopithèques* par Lucy, etc. Dans ces *Singes*, de

même que dans les autres *Primates* elle ne remonte guère au delà du sur-occipital. Il n'en est pas ainsi, généralement du moins, chez les *Lémuriens*. Chez le *Mirza coquerelii*, pour n'en citer qu'un, sa partie supérieure est située entre les interpariétaux synostosés sur la ligne médiane tandis que sa partie inférieure se trouve sur le sus-occipital.

Le crâne du *Pithecanthropus erectus* offre une fossette cérébelleuse moyenne, profonde, très bien conservée.

Le Directeur, Dr A. Nicolas.

Tome XI 2e fascicule 1902

BIBLIOGRAPHIE ANATOMIQUE

REVUE DES TRAVAUX EN LANGUE FRANÇAISE

ANATOMIE — HISTOLOGIE — EMBRYOLOGIE — ANTHROPOLOGIE

TRAVAUX ORIGINAUX

LES AILERONS ROTULIENS
ET LES LIGAMENTS PROPRES DE LA ROTULE

Par **LÉON DIEULAFÉ**

PROFESSEUR SUPPLÉANT A L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE CLERMONT-FERRAND

(*Travail du laboratoire de M. le Professeur Charpy.*)

Le surtout ligamenteux qui couvre la partie antérieure de l'articulation du genou comprend deux plans fibreux superposés, d'origine et de structure différentes : une lame épaisse, les ailerons rotuliens ; une lame mince, doublure de la synoviale, les ligaments propres de la rotule.

I. — Ailerons rotuliens.

Des recherches poursuivies dans ce même laboratoire par Bize[1], alors qu'il était aide d'anatomie, ont, comme on le sait, conduit cet observateur à répartir les bourses muqueuses de la région antérieure du genou en trois catégories : la bourse sous-cutanée, la bourse sous-aponévrotique et la bourse sous-tendineuse. Quand les bourses séreuses font défaut, elles sont remplacées par des espaces cellulaires injectables. Cette division implique d'abord, la bourse sous-cutanée étant mise à part, l'existence d'une lame aponévrotique et d'une lame tendineuse distincte du tendon même dans lequel est intercalée la rotule ; et ensuite l'adhérence ou la soudure de ces divers plans sur la périphérie de la rotule pour limiter les espaces ou les bourses séreuses.

1. Bize, Recherches sur les bourses muqueuses prérotuliennes (*Journal de l'Anatomie*, 1896, n° 1).

Mais d'où provient cette double expansion ? Sur ce point le travail de Bize, qui n'avait d'ailleurs pas à s'en occuper spécialement, nous a paru n'être pas suffisamment précis et exact. Il est difficile, d'après sa description, de reconstruire des coupes soit transversales, soit verticales de la région, et d'autre part, celles que l'on voit figurées dans les ouvrages ou mémoires d'anatomie sont loin de nous satisfaire. Elles ne concordent pas avec les dessins schématiques ni avec l'exposé que notre maître M. Charpy a donnés dans ses cours et qu'il nous a engagé à contrôler et à compléter.

a) **Lame aponévrotique.** — Les aponévroses générales des membres enveloppent ceux-ci à la façon d'un maillot continu qui adhérerait par places aux parties qu'il recouvre. C'est ainsi que l'aponévrose fémorale se prolonge sur le genou comme un manchon et se continue avec l'aponévrose jambière. Il est facile de voir sur la ligne médiane et sur le côté interne qu'elle couvre non seulement la partie musculaire du droit antérieur et du vaste interne, qui ont d'ailleurs leur gaine périmysiale propre, mais aussi les tendons de ces deux muscles, y compris le ligament rotulien, « sur lequel elle forme une couche mince composée de fibres transversales » (Cruveilhier).

L'observation est plus délicate sur le côté externe. Ici se présentent, en haut, le tendon du vaste externe qui occupe seulement la partie supéro-externe de la rotule, au-dessous le *fascia lata*. Celui-ci, par une large et forte expansion, se fixe au bord externe de la rotule et du ligament rotulien (*fig. 1*). Nous dirons bientôt que le *fascia lata* est pour nous, comme pour un certain nombre d'auteurs, un tendon réel, celui du muscle tenseur ; qu'il est distinct de l'aponévrose fémorale qui le recouvre. Celle-ci se comporte dans la région externe comme dans la région interne. Lame mince mais résistante, reconnaissable tout d'abord à la direction horizontale de ses fibres, elle tapisse la bandelette du *fascia lata* et son expansion rotulienne, leur adhère assez fortement bien qu'on puisse la disséquer et en tout cas s'en sépare nettement au voisinage de la rotule pour devenir libre et se continuer avec la partie symétrique qui recouvre le vaste interne et le droit antérieur (*voir fig. 2*). Ce sont les coupes transversales mieux que les dissections qui nous montrent cette disposition.

Les plans tendineux qui avoisinent la rotule : tendon du triceps, *fascia lata* et ligament rotulien, sont donc recouverts par l'aponévrose fémorale. Elle leur adhère à une distance de la rotule que les recherches de Bize ont montrée être de 2 à 3 centimètres du côté interne, de quelques millimètres à 1 centimètre du côté externe.

Ainsi se trouvent limités l'espace et le plus souvent la *bourse sous-aponévrotique.*

Tout à fait en arrière de la région latérale, l'aponévrose se continue par sa face profonde en dehors avec la cloison inter-musculaire externe ou son prolongement et la gaine du biceps, en dedans avec la cloison interne et la

gaine du couturier ; elle ferme la région antérieure du genou. Mais nous n'insistons pas sur ces connexions bien connues.

Notre description et plus particulièrement la distinction à établir entre l'aponévrose fémorale et la bandelette du *fascia lata* se corroborent par ce fait que cette bandelette doit être considérée comme le tendon du muscle tenseur et devient tout à fait analogue aux tendons des vastes interne et externe ; en outre, par la possibilité d'isoler au-dessus du *fascia lata,* comme au-dessus du vaste interne une aponévrose qui se continue en haut avec l'aponévrose générale d'enveloppe de la cuisse.

b) **Lame tendineuse.** — Le tendon commun des trois portions du triceps s'insère sur la base arrondie de la rotule. Une partie des fibres pénètre dans l'os et s'y continue sous forme de fibres osseuses verticales pour ressortir à la pointe et constituer le ligament rotulien ; une autre, beaucoup moins considérable, passe à la surface de l'os comme un périoste et lui adhère intimement. C'est ce qui permet de dire que la rotule est un os sésamoïde développé dans l'épaisseur du tendon rotulien.

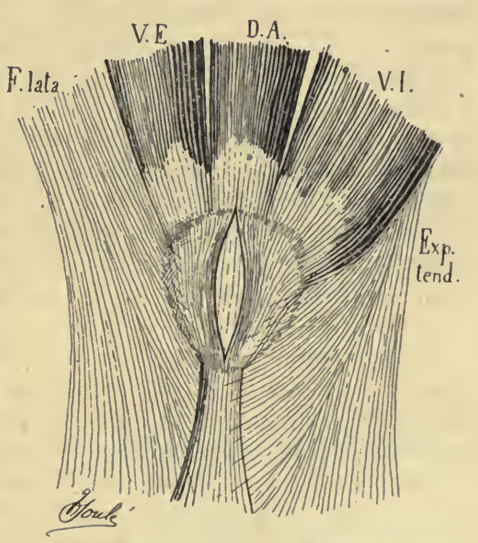


Fig. 1. — *Tendons et expansions tendineuses du triceps et du « fascia lata ».*

Genou droit. A travers une boutonnière, on voit sur la rotule le plan profond des fibres tendineuses et par suite la bourse sous-tendineuse.

La ligne d'insertion et de pénétration décrit une courbe asymétrique : en dehors elle n'occupe guère que l'angle supérieur de la base, tandis qu'en dedans, émanant du vaste interne, elle se prolonge sur la moitié supérieure du bord interne de la rotule. Il resterait donc, sur le contour inférieur de l'os et sur le ligament rotulien tout entier, un espace inoccupé ; mais en réalité il est rempli, en dedans par l'expansion tendineuse du vaste interne, en dehors par le *fascia lata.*

1° L'*expansion tendineuse* du vaste interne est ainsi décrite par Cruveilhier : « Sous le plan fibreux de l'aponévrose fémorale se voit, en dedans du genou, un autre plan fibreux, très dense, formé de fibres verticales appartenant au vaste interne, fibres verticales qui vont s'insérer à la partie supérieure de la face interne du tibia, sous le couturier. Ce plan fibreux, qu'on pourrait considérer comme les insertions inférieures ou tibiales de ce muscle, remplit

tout l'intervalle qui existe entre le ligament interne de l'articulation du genou et la rotule. Ses fibres verticales sont coupées perpendiculairement par d'autres fibres, allant de la tubérosité interne au bord interne de la rotule. » Cette dernière phrase n'est pas suffisamment précise. Comme le montre la figure 1, l'expansion tendineuse qui naît du bord inférieur du vaste interne présente des fibres verticales, ce sont les plus extérieures, qui descendent sur le tibia, mais en dedans de celles-ci toutes les fibres constituant l'expansion présentent une obliquité très nette et vont se fixer les unes sur la moitié inférieure du bord interne de la rotule, les autres sur le bord interne du tendon rotulien. Si l'on suit cette expansion tendineuse en arrière, on trouvera son insertion sur le condyle fémoral, non pas au niveau du tubercule, mais un peu plus en arrière, au niveau d'un trousseau fibreux qui constitue une cloison inter-musculaire. Une coupe transversale (*fig. 2*) montre bien cette disposition.

2° Une disposition analogue, presque symétrique, est réalisée en dehors par le *fascia lata*. Nous prenons ce mot comme synonyme non d'aponévrose fémorale, mais de bandelette du *fascia lata,* bandelette de MAISSIAT, ligament ilio-tibial. Dire que cette bande est une partie renforcée de l'aponévrose fémorale, c'est n'exprimer qu'une apparence. « Les faisceaux charnus du muscle tenseur se terminent par autant de gros faisceaux aponévrotiques, lesquels constituent par leur réunion une bande aponévrotique large et épaisse qui s'entre-croise et s'anastomose avec l'aponévrose fémorale, sans se confondre avec elle. » (CRUVEILHIER.)

Le *fascia lata* est un vrai tendon, le tendon du muscle tenseur (WINSLOW, CHAUSSIER, CRUVEILHIER). Son adhérence à l'aponévrose de la cuisse ne doit pas nous faire méconnaître sa nature que révèle sa fonction spéciale, sa disposition en faisceau aplati, et bien mieux encore le retour accidentel de ces faisceaux à l'état charnu. LEDOUBLE a vu dans certains cas les fibres musculaires du tenseur remplacer une partie du *fascia lata* et venir s'insérer sur le condyle externe du fémur. A la partie inférieure, ce tendon, comme celui du vaste interne, se divise en deux portions : l'une, continuant la direction première, va s'insérer au tibia sur la tubérosité externe ; l'autre, qu'on peut considérer, si l'on veut, comme une expansion, se dirige en avant et en bas et se fixe au bord externe de la rotule et du ligament rotulien (*fig. 1*). L'insertion rotulienne, déjà connue de CRUVEILHIER, est bien figurée dans l'Atlas de BONAMY et BEAU (tome I, pl. 74).

De la sorte la rotule et le ligament rotulien sont en totalité fixés et cernés dans leur contour par un appareil tendineux continu, émanant des tendons du triceps, de l'expansion du vaste interne et du tendon *fascia lata*.

Que faut-il entendre par aileron rotulien? — Nous n'avons pu découvrir l'origine de ce terme, sans analogue dans les auteurs étrangers.

BERT et CARLE (*Journal de l'Anatomie,* 1901) disent que c'est PAULET le

premier qui a employé cette dénomination. Or PAULET[1] l'attribue à MALGAIGNE. Nous n'avons pas retrouvé de travail où MALGAIGNE aurait donné le nom d'ailerons rotuliens aux expansions tendineuses qui nous occupent.

Toutefois, la plupart des anatomistes et surtout ceux qui se sont occupés d'anatomie chirurgicale décrivent sous ce nom la forte membrane fibreuse qui assujettit la rotule sur les côtés et limite son déplacement latéral. Elle peut même, par sa continuité d'un côté à l'autre, empêcher le déplacement vertical des fragments dans les cas de fracture transversale.

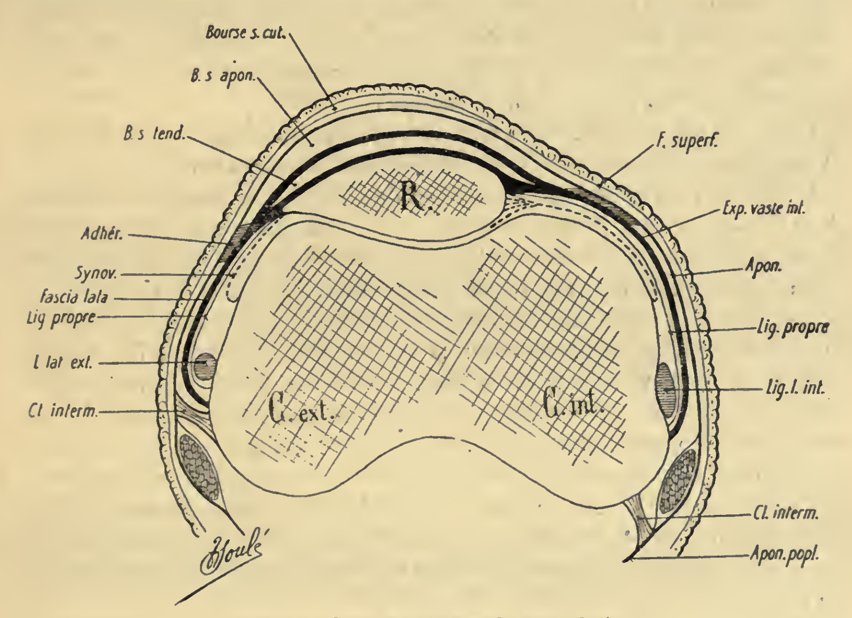


FIG. 2. — *Coupe transversale du genou droit.*
Partie supérieure de la section. Le trait renforcé indique la partie tendineuse ; la ligne ponctuée, la synoviale. Figure en partie schématisée.

TILLAUX dit que les luxations de la rotule sont rares grâce à la résistance des ailerons ligamenteux, mais les fractures transversales sont très fréquentes ; dans ce cas, l'écartement des fragments est d'autant plus considérable que le périoste et les ailerons rotuliens ont été plus déchirés.

D'après notre description, ces ailerons sont constitués essentiellement par les expansions tendineuses du vaste interne et du *fascia lata* qui se détachent en forme d'*aile* du tendon principal et vont se fixer à la rotule et à son ligament. Il faut y joindre la partie assez mince de l'aponévrose fémorale qui recouvre ces expansions.

---

1. PAULET, *Anatomie topographique*, page 944.

En arrière les ailerons s'insèrent sur les condyles. Comme le représente la figure 2, on voit que ces ailerons ne s'arrêtent pas au niveau des ligaments latéraux, leur insertion est plus postérieure.

La lame tendineuse s'insère directement sur la surface condylienne, un peu en avant de l'insertion des capsules condyliennes postérieures.

La lame aponévrotique, par sa face profonde, envoie au condyle un trousseau fibreux qui, de chaque côté, la fixe à l'os et contribue à fermer la région antérieure du genou; ces trousseaux constituent les cloisons inter-musculaires externe et interne. Elle se continue en arrière, en formant du côté externe la gaine du biceps, du côté interne la gaine du couturier, puis elle se confond avec l'aponévrose fémorale postérieure ou poplitée.

Il nous reste un dernier point à examiner.

Comment est constitué l'espace sous-tendineux qu'occupe le plus souvent la bourse sous-tendineuse de Bize, bourse profonde de Luschka?

C'est ici qu'intervient une disposition singulière, sans analogue peut-être dans l'économie. Sur le contour même de la rotule ou à une faible distance de sa périphérie, l'appareil tendineux se dédouble en deux feuillets : un feuillet profond, de beaucoup le plus épais, adhérant à l'os et que nous avons signalé plus haut; un feuillet superficiel, mince mais tendineux et solide, à fibres transversales, recouvrant la rotule à la façon d'une coiffe. C'est entre ces deux feuillets tendineux que se trouve un espace serré, pauvre en tissu cellulaire lâche, où se développe la bourse rotulienne profonde, qui est ainsi une véritable bourse intratendineuse. La figure 1 montre une boutonnière ouverte dans cette bourse. On peut penser que les frottements, le jeu continu des parties molles à la surface de la rotule, dans les mouvements de flexion et d'extension, ont empêché à ce niveau la soudure des lames fibreuses et les ont même dédoublées pour accumuler en cette région les organes muqueux de glissement.

II. — Ligaments propres de la rotule.

Les *ligaments propres de la rotule* (Cruveilhier) sont deux lames, minces et résistantes, qui doublent la capsule synoviale du genou, dans la partie latérale, entre la rotule et les condyles du fémur. Nous allons étudier successivement l'histoire de leur découverte, leur signification et leurs connexions avec le muscle sous-crural.

a) **Historique des ligaments propres.** — Les deux auteurs qui, à notre connaissance, ont les premiers mentionné ces ligaments sont Cruveilhier en France et Henle en Allemagne. N'ayant pu nous procurer la première édition de Henle, il nous est difficile de trancher la question de priorité.

Cruveilhier, dans la première édition de son *Traité d'anatomie* (1834),

signale des fibres doublant la synoviale, étendues du condyle externe au bord externe de la rotule.

Dans ses éditions ultérieures, il s'exprime ainsi : « Je noterai, comme annexes du ligament antérieur, deux *ligaments propres de la rotule*, l'un interne, l'autre externe, étendus des bords de la rotule à la partie postérieure des tubérosités du fémur. Ces ligaments sont triangulaires, minces, membraneux et adhèrent fortement à la capsule synoviale qu'ils protègent latéralement. »

Peu de temps après, MALGAIGNE[1] décrit, indépendamment de CRUVEILHIER, ces mêmes fibres profondes et en fait des ligaments fémoro-rotuliens. Il reconnaît que CRUVEILHIER l'avait précédé dans leur description et lui attribue le mérite de leur découverte. BONAMY, qui avait été préparateur de CRUVEILHIER, les fait dessiner par BEAU (dans leur Atlas 1866, tome Ier, planche 23 *bis*, figure 2), sous le nom de *ligaments latéraux de la rotule*. Ils avaient été aussi représentés dans BOURGERY (Atlas, 1832) et appelés ligaments latéraux.

De son côté HENLE[2] les décrit en détail : « Les *ligaments latéraux de la rotule* sont minces, membraneux, triangulaires. Leur pointe part des tubercules condyliens et leurs fibres se dirigeant en avant divergent et vont se fixer au bord latéral de la rotule ainsi qu'à la face postérieure du tendon du triceps et du ligament rotulien. Ils renforcent ainsi la partie latérale de la capsule. Le ligament externe est plus faible, moins nettement limité en haut et en bas, et soudé par sa face externe avec l'aponévrose propre jusqu'au niveau de son insertion antérieure. Le ligament interne, par son bord supérieur tranchant, concave, se termine exactement au-dessous du bord inférieur de l'extrémité interne du muscle vaste. Tous les deux sont parfois séparés de la capsule synoviale par une bourse muqueuse simple ou cloisonnée. »

Cet auteur indique la synonymie suivante : ligaments propres de la rotule (CRUVEILHIER), ligaments latéraux externe et interne de la rotule (THEILE), *retinacula patellæ internum et externum* (MEYER). Il commet là une confusion, car nous nous sommes assuré que THEILE (*Encyclop. anatomique*, 1843) et H. MEYER (*Archives de Müller*, 1853) décrivent sous ces noms les plans fibreux de l'aponévrose et des expansions tendineuses; c'est aussi ce que montrent les figures annexées au travail de MEYER.

Depuis lors ces ligaments ont été tantôt rappelés brièvement par les anatomistes qui ne paraissent pas les avoir recherchés spécialement, tantôt complètement passés sous silence. Plus récemment, nous les trouvons indiqués dans l'*Arthrologie* de POIRIER, sous le terme erroné d'ailerons rotuliens, et dans le travail de BERT et CARLE sous le nom d'*ailerons anatomiques*. Ces

---

1. MALGAIGNE, *Anatomie chirurgicale*, 1838.
2. HENLE, *Handbuch der Bänderlehre*, 1872. 2e édition.

derniers auteurs donnent aux plans fibreux sus-jacents le nom d'ailerons chirurgicaux.

b) **Signification des ligaments propres.** — Ces ligaments représentent la partie latérale de la capsule fibreuse articulaire.

Mouret seul (Thèse Montpellier, 1892) a décrit en avant une capsule fibreuse, car Morel et Duval, que cite Poirier, ne parlent que de la capsule *synoviale*. A son tour, Mouret ne mentionne même pas les ligaments propres de Cruveilhier, et ce sont bien évidemment ces mêmes ligaments, qu'ayant constatés dans ses dissections, il appelle capsule fibreuse.

Peut-on considérer ces lames conjonctives comme représentant une capsule articulaire? Nous ne le croyons pas ; outre que l'épaisseur du surtout tendineux et aponévrotique rend cette capsule inutile, nous présenterons les objections suivantes : 1° les ligaments propres sont tendus transversalement de la rotule au fémur et non pas disposés en manchon vertical comme les capsules en général ; 2° sur toute la partie médiane qui répond au grand cul-de-sac sous-tricipital il n'y a pas de lame fibreuse ; il faudrait admettre un immense hiatus dans la capsule.

Ces objections, nous le reconnaissons, ne sont pas décisives, mais en attendant que des indications plus précises nous soient fournies soit par l'embryologie, soit par l'anatomie comparée, nous croyons que l'assimilation des ligaments propres à une capsule fibreuse est une hypothèse peu vraisemblable, et nous préférons les considérer comme des membranes de soutien pour les culs-de-sac latéraux de la synoviale, quelque chose d'analogue aux fascias sous-péritonéaux qui se développent dans certaines régions exposées aux frottements.

Vus sur des dissections, les ligaments propres ont l'aspect triangulaire, rayonné, que l'on voit dans les figures de Bonamy, de Henle et dans notre figure 3. Sur une coupe transversale (*fig. 2*) chaque ligament propre forme un véritable plan fibreux étendu de chaque bord de la rotule à la surface condylienne correspondante, l'insertion a lieu sur l'os, immédiatement en arrière du ligament latéral de l'articulation fémoro-tibiale. Suivis en haut et en bas, ces ligaments se continuent par du tissu cellulaire qui devient de moins en moins serré et de plus en plus adipeux.

c) **Connexions avec le muscle sous-crural.** — Le muscle sous-crural, par les fibres tendineuses qui succèdent aux faisceaux musculaires, prend son insertion inférieure sur le grand cul-de-sac synovial sous-tricipital, et est pour cette raison considéré comme le tenseur de la synoviale du genou.

Nous avons trouvé que les insertions inférieures de ce muscle sont moins simples. En outre des faisceaux médians qui se jettent dans l'atmosphère celluleuse qui enveloppe le cul-de-sac synovial au-dessous du tendon du tri-

ceps, existent des faisceaux tendineux qui se dirigent les uns en dehors, les autres en dedans. Les faisceaux externes sont peu abondants et font souvent défaut. Les faisceaux internes descendent par groupes sous forme de tendinets nacrés et viennent se jeter sur le ligament propre de la rotule. Un grand nombre de ces fibres tendineuses décrivent un trajet arciforme puis se mêlent au tissu du ligament propre; il en résulte pour celui-ci une solidité plus grande.

Theile avait signalé la présence de deux faisceaux latéraux, mais il avait trouvé l'externe le plus notable. La figure 3 montre bien les relations entre les fibres tendineuses du muscle sous-crural et les fibres propres de la rotule du côté interne. Ce renforcement sur le côté interne concorde parfaitement avec le fait indiqué déjà par Malgaigne et Cruveilhier, que dans les déplacements latéraux de la rotule cet os est surtout sujet à se dévier en dehors, ce qui doit entraîner une résistance plus grande des ligaments internes.

« La luxation de la rotule en dehors est favorisée par le fait que la ligne de traction du triceps forme avec le tendon rotulien, vers la fin de l'extension, un angle ouvert en dehors, en rapport avec la rotation en dehors du tibia et d'autant plus prononcé que cette rotation est plus complète. Un effort violent survenant à ce moment (chez un lutteur, par exemple) tend à redresser la ligne de traction du triceps et peut, si la capsule fibreuse cède, faire sauter la rotule en dehors de la trochlée. » (Bugnion.)

Fig. 3. — *Face interne du genou droit.*
Épanouissement du muscle sous-crural, par un premier faisceau, sur le cul-de-sac antérieur de la synoviale et par un 2e faisceau sur le ligament propre de la rotule. (Une ligne ponctuée marque le contour de la synoviale.)

Résumé.

1° Le surtout fibreux qui enveloppe la partie antérieure de l'articulation du genou se compose de deux lames partiellement adhérentes : l'aponévrose fémorale ; les tendons ou expansions tendineuses du triceps et du *fascia lata*.

2° Ce sont ces deux lames, mais particulièrement la portion tendineuse,

qui constituent les *ailerons rotuliens*. C'est entre elles qu'est placée la bourse sous-aponévrotique.

3° La lame tendineuse se dédouble sur la rotule en deux feuillets : un feuillet superficiel mobile et libre, un feuillet profond fixé à la rotule qu'il enchâsse. C'est entre ces deux feuillets que siège la bourse sous-tendineuse.

4° Les ligaments propres de la rotule sont des lames de condensation sous-synoviale qui renforcent la partie latérale de la séreuse. Il n'est pas probable qu'ils représentent une capsule fibreuse articulaire atrophiée.

Le muscle sous-crural, tenseur de la synoviale, se fixe non seulement sur le cul-de-sac sous-tricipital, mais aussi sur les ligaments propres, surtout sur le ligament interne et, par cette connexion, devient le tenseur des culs-de-sac latéraux de la synoviale du genou.

RECHERCHES
SUR QUELQUES MUSCLES DE LA RÉGION PECTORALE
AU POINT DE VUE DE L'ANATOMIE COMPARÉE

Par GUILLAUME CALS

ASSISTANT A L'INSTITUT ANATOMIQUE D'AMSTERDAM

(*Avec cinq figures.*)

Ce que je me propose, c'est de donner dans les pages suivantes une étude de quelques muscles de la région pectorale de l'Homme, des Singes et d'autres Mammifères, surtout d'un muscle remarquable au point de vue de l'Anatomie comparée : le ***muscle supracostal.*** Ce qui va nous occuper particulièrement après la description détaillée, c'est la question du rapport de ce muscle avec les territoires musculaires du voisinage. Nous essaierons enfin de parvenir à sa classification et d'en indiquer la valeur morphologique.

A quelques rares exceptions près, le muscle supracostal ne se rencontre pas chez l'Homme. Le *Lehrbuch der Anatomie des Menschen* de GEGENBAUR n'en fait pas même mention. Le grand ouvrage de HENLE n'en donne que trois exemples, trouvés et décrits par WOOD, BOCHDALECK et EHLERS. Outre le cas constaté par lui-même, TESTUT en cite deux de TURNER, un de ROBERTS, PYE-SMITH et SHEPHERD, tandis que MACALISTER a eu plusieurs fois l'occasion de voir cette anomalie exceptionnelle.

Chez les Singes anthropoïdes les exemples ne paraissent pas être plus nombreux que chez l'Homme. Dans toutes les études sur la dissection de ces Singes, toute mention par rapport à ce sujet manque. Cependant, par le fait que nous trouvons d'un côté le muscle régulièrement chez les Pithéciens et tous les autres Mammifères ; — d'autre côté, des exemples, quoique rares, chez l'Homme ; — enfin, vu les dissections peu nombreuses des Anthropoïdes, nous avons la forte présomption que ces derniers ne sont pas tout à fait exempts de l'anomalie.

Déjà chez la famille des Singes proprement dits, c'est-à-dire les Singes de l'Ancien et du Nouveau-Monde, nous rencontrons le muscle régulièrement : « Un gros muscle triangulaire qui mérite le nom de surcostal antérieur. » C'est ainsi que BROCA appelle le supracostal qu'il a trouvé en disséquant un Papion (*Cynocephalus sphinx*). Aussi TESTUT l'a trouvé chez le Bonnet chinois (*Cercocebus sinicus*), la Guenon et une Cercopithèque ; MECKEL chez une dizaine de Singes ; KOHLBRUGGE chez le *Semnopithecus nasicus;* enfin RUGE

chez le *Semnopithecus leucoprimnus*, etc. Tous les Catarrhiniens que j'ai analysés, de même que les Platyrrhiniens ont présenté sans exception le muscle supracostal.

Et en prenant la famille des Lémuriens dont j'ai fait la dissection d'un *Tarsius*, d'un *Perodicticus*, d'un *Nycticebus*, d'un *Lepilemur*, d'un *Propithecus*, on le rencontre partout. MARIE et MIVART, dans leur *Anatomy of Lemuroidea*, en disent autant.

Inutile de poursuivre notre route à travers les différents ordres des Mammifères : les livres d'Anatomie vétérinaire signalent le supracostal pour les animaux domestiques ; dans les monographies de WILHELM LECHE pour le Galéopithèque, de FERD. CLASEN pour le Lapin, de ELLENBERGER et BAUM pour le Chien ; dans les recherches de TESTUT sur le Blaireau et le Fourmilier, de WOOD sur l'Ane et l'Écureuil, de MECKEL sur le Hérisson et l'Ours, de moi-même sur le Lion et le Chat, la Chauve-souris et le Rat et trois Marsupiaux ; dans les planches de CUVIER et LAURILLARD donnant le Porc-épic et l'Agouti, partout on retrouve le muscle en question. A mon avis, cela suffit pour permettre la conclusion que le supracostal est un muscle normal des Mammifères, à l'exception des deux premières familles des Primates. L'atavisme le fait renaître, quoique rarement, chez l'Homme et les Anthropoïdes.

Passons à la situation du muscle. Les synonymes nous donnent déjà quelques points de repère. Ainsi BOCHDALECK l'a nommé : *Musculus supracostalis anterior;* TURNER, *M. rectus sternalis* ou *thoracis;* CUVIER, sterno-costal; BROCA, surcostal antérieur; ELLENBERGER et BAUM, *M. transversus costarum;* RUGE, *M. costo-sternalis;* enfin CLASEN, *M. scalenus medialis.*

Nous préférons le nom que WOOD a donné et qui est applicable à toutes les formes sous lesquelles le muscle peut se présenter : *Musculus supracostalis.*

Au bord antérieur et inférieur de la première côte, vis-à-vis de l'origine du scalène antérieur, borné du côté latéral par les scalènes moyen et postérieur, du côté du sternum par la naissance du sous-clavier, c'est là que nous trouvons sans aucune variation importante le point de départ du muscle. Il se dirige ensuite en franchissant obliquement les deux ou trois premières côtes et leurs espaces intercostaux vers le sternum, où il s'attache, selon les uns sur le bord externe de l'aponévrose latérale du sternum (c'est-à-dire la partie supérieure et aponévrotique du *rectus thoraco-abdominalis*) ; selon les autres, aux cartilages des premières côtes. Encore on a vu l'insertion sur le sternum, même aux fibres profondes du grand pectoral.

Comme on le voit, quelque fixe et stable que paraisse l'origine, on est loin d'être d'accord sur ce qui concerne l'insertion. Et quant à moi je ne suis pas de l'avis de la plupart des observateurs.

Sans présenter ici déjà la description détaillée des muscles supracostaux que j'ai examinés, je me hâte de dire que l'insertion est jointe ordinairement

à l'aponévrose du petit pectoral et qu'elle se fait avec celle-ci sur le bord latéral du sternum. Si cependant le grand droit s'écarte du sternum, l'aponévrose se fixe aussi sur les parties médianes du cartilage des côtes. Enfin, si le tendon du grand droit a disparu et que ce muscle ne monte que jusqu'à la cinquième côte, le supracostal possède une insertion *chondro-costale*. C'est sous cette forme-ci que le supracostal s'insère dans les cas cités dans l'Anatomie humaine et chez quelques Singes du Nouveau-Monde.

Quant à la conformation et à la constitution générale, nous n'avons qu'à en dire quelques mots.

L'origine est charnue, l'insertion aponévrotique : celle-ci dépassant ordinairement la largeur de celle-là. Vers le milieu de la longueur du muscle, les fibres musculaires parallèles passent nettement en une aponévrose, qui s'élargit dès ce moment. Voilà pourquoi quelques auteurs ont signalé le supracostal comme un muscle triangulaire ou un muscle isocèle dont le sommet est fixé à la première côte, la base tournée vers le sternum.

Dans les cas observés chez l'Homme, le muscle était aplati, mince et rubané. Aussi chez les animaux se présente-t-il sous cette forme : comme un ruban dont la moitié supérieure est compacte, plate, étroite, composée de faisceaux musculaires parallèles, la partie inférieure mince, plus large, formée de fibres tendineuses divergentes.

La fonction nous intéresse beaucoup plus aussi pour le rapport du muscle supracostal avec les muscles du voisinage.

Humphrey a dit quelque part que les muscles qui offrent le plus grand nombre d'anomalies sont ceux qui peuvent disparaître « sans inconvénient ». Pour les Mammifères, à partir des Singes proprement dits jusqu'aux derniers ordres, le muscle paraît constant, sans présenter des anomalies importantes. Or, pour ceux-là c'est un muscle normal, nécessaire pour remplir telle ou telle fonction.



Fig. 1.

Chez l'Homme et les Singes anthropoïdes, le supracostal a disparu presque complètement. Il n'a plus à remplir aucune fonction. D'où vient cette disparition subite ?

Avant de demander l'intervention de la physiologie pour la réponse à cette question, tâchons de reconnaître la fonction sur le muscle lui-même.

Attaché d'un côté à l'aponévrose du petit pectoral, et avec celle-ci au bord du sternum (*fig. 1*, A), de l'autre à la première côte B, fixé plus ou moins dans son trajet au tendon du *Musculus rectus thoraco-abdominalis* C), le muscle fonctionnera par sa propre contraction, ou bien il changera sous l'influence du grand droit de l'abdomen, ou bien les muscles fonctionneront ensemble et l'influence sera réciproque.

La contraction du supracostal lui seul produira un rétrécissement du thorax, que l'on regarde comme *punctum fixum* A ou B.

Le plus grand effet de la fonction du *rectus thoraco-abdominalis* se montre dans la partie inférieure du muscle. Le point C soudé au tendon sera déplacé un peu en sens caudal pour autant que les deux ou trois sternèbres supérieures le permettent. On voit que sur le supracostal l'influence du rectus contracté est minime.

Enfin pour la contraction d'ensemble des deux muscles, le point C est de haute importance. Ce point tiré en haut par le supracostal permettra au *rectus* une action plus considérable ; puis, c'est ainsi que le *rectus* aura un nouveau point d'application en B et une nouvelle contraction de la région plus compressible entre B et C s'opérera sous l'influence du grand droit. L'effet de la contraction sera le rétrécissement de l'abdomen et du thorax antérieur et latéro-antérieur.

Mais ce mouvement synergique est en même temps un mouvement harmonique, grâce à la soudure C. Et si l'on veut y comparer le grand droit, le grand et le petit oblique, et le transverse de l'Anatomie humaine, où les muscles sont fixés entre eux aussi par des aponévroses, où l'action est sans contradiction synergique et l'effet connu sous le nom de *Prelum abdominale ;* si l'on se rappelle que pour les Mammifères les obliques et le *rectus* s'étendent sur la partie inférieure du thorax et remontent même jusqu'aux côtes supérieures où l'action s'effectue de la même manière; enfin, si l'on admet avec moi que le point C est important pour la fonction *synergique* du supracostal et du grand droit, je n'ai pas à craindre qu'on me contredise en créant le mot : *Prelum thoraco-abdominale* et en signalant ma conclusion :

La fonction du supracostal concourt à l'action des autres muscles ci-dessus mentionnés, afin de produire le *Prelum thoraco-abdominale.*

Le supracostal a disparu « sans inconvénient » chez l'Homme et les Anthropoïdes. Nous savons qu'il y a entre les Singes anthropoïdes et les Pithéciens plus de différence anatomique qu'entre ceux-là et l'Homme.

Pour notre sujet c'est l'attitude et la marche qui nous intéressent. L'attitude des Anthropoïdes est plus rapprochée de celle de l'Homme que de celle des autres Singes. Qu'elle soit un peu inclinée, courbée comme d'un « homme âgé ou infirme », cette station n'est pas notablement différente de la ligne verticale. Et quant à la marche, Cuvier nous dit dans les Leçons des Mouvements qu'en général la marche bipède est moins pénible que la station. Les vacillations seront corrigées par d'autres vacillations contraires et alternatives, ce qui est aisé en marchant. Les Anthropoïdes se servent de leurs bras comme de balançoires, et ceux qui les ont le plus longs les emploient avec le plus d'avantage, comme le Gibbon et l'Orang-outang. La marche des Anthropoïdes est donc sur deux pieds : ce sont des bipèdes imparfaits, mais pourtant des bipèdes (Broca).

Que de changements les individus ont subis dans leur organisation en passant de la marche quadrupède à celle de bipède ! Ils sont trop nombreux pour les mentionner ici ; pour l'étude complète de ces changements je renvoie à Broca et à Wiedersheim. Seulement j'indique que le poids des viscères abdominaux reposant chez les Quadrupèdes sur les régions sternale et abdominale, est supporté chez les Bipèdes par le bassin et l'abdomen. Ce déplacement a entraîné après lui la réduction du *Prelum thoraco-abdominale*. Les muscles de l'abdomen, se développant de plus en plus, s'adaptent de cette manière à résister et à exercer une pression fortement agrandie. Au contraire, devenues inutiles, peut-être nuisibles à la partie supérieure du tronc, les portions thoraciques des muscles thoraco-abdominaux, y compris le supracostal, ont disparu.

Or, c'est ainsi qu'on peut montrer qu'il faut attribuer la disparition subite du muscle supracostal chez les Anthropoïdes et l'Homme à l'attitude verticale, à leur marche bipède.

Ne perdons pas de vue le rapport corrélatif entre le supracostal et le sternum. Comme on a vu, la fonction du muscle s'opère sur les articulations des sternèbres supérieures. Une fusion complète des sternèbres s'est produite chez l'Homme et les Gibbons dans le corps du sternum. On rencontre aussi une fusion, quoique incomplète, chez les Orangs, les Gorilles et les Chimpanzés où le nombre des pièces formant le corps sternal est respectivement trois, trois, quatre.

Au contraire, pour les Pithéciens et les autres Mammifères, les sternèbres sont isolées et restent séparées même jusqu'à un âge fort avancé.

La synostose du sternum a ôté au muscle supracostal sa valeur fonctionnelle, et le muscle a disparu ; s'il reparaît chez l'Homme, il transmet son insertion aux côtes, au lieu de s'attacher au sternum.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE MES OBSERVATIONS CHEZ QUELQUES ANIMAUX

Singes catarrhiniens.

Colobus ursinus. — Après la dissection des muscles scalènes moyen et postérieur, on voit l'origine des quatre faisceaux dont se compose ici le muscle supracostal. Les trois premiers s'insèrent communément au tendon du *rectus*. Ils naissent respectivement de la première, deuxième et troisième côte, de la même manière que le grand oblique — donc en forme de dents. Le quatrième faisceau part de la quatrième côte et s'attache comme les précédents. Cette partie du muscle supracostal se joint par la lame tendineuse à l'aponévrose de l'oblique externe.

Les fibres parallèles ont la même direction que celles du grand oblique.

Le chef supérieur du dernier muscle se détache de la cinquième côte, tandis que le tendon du grand droit part de la première.

L'innervation est assez remarquable. Les quatre faisceaux ci-dessus mentionnés reçoivent leurs rameaux des nerfs intercostaux I, II, III et IV, savoir des *rami laterales*. Le cinquième rameau entre dans le chef supérieur du grand oblique. Le *ramus sternalis* du troisième nerf intercostal pourvoit la partie supérieure du grand droit.

Cercocebus cynomolgus. — L'origine est sur la première côte. Du côté médial l'origine est charnue, et il s'y joint un petit tendon triangulaire pour les fibres musculaires latérales. L'aponévrose passe au-dessus du grand droit et s'attache ensuite au tendon du petit pectoral, entre les insertions, de la troisième à la sixième côte.

La première grande dent du grand oblique est fixée à la cinquième côte par un tendon aigu et triangulaire, large de 2 centimètres. Cependant il y a encore deux petites bandes qui prennent leur origine à la quatrième côte au bord inférieur.

Le supracostal est innervé par le premier nerf intercostal, sortant du plexus brachial; le grand oblique par les troisième, quatrième, cinquième, etc., et le grand droit par le cinquième et les suivants.

Ce dernier muscle descend de la première côte.

Inuus nemestrinus. — Le supracostal naît du bord inférieur de la première côte, vis-à-vis du scalène antérieur et encore un peu en avant vers l'aisselle. Il descend obliquement; le muscle se change en aponévrose qui se fixe au *rectus* et ensuite avec l'aponévrose du petit pectoral au sternum, à la hauteur de la quatrième jusqu'à la huitième côte.

Le tendon du *rectus* descend du *manubrium sterni,* le grand oblique commence à la quatrième côte.

Singes platyrrhiniens.

Ateles Belzebuth. — L'origine au bord antérieur et inférieur de la première côte est charnue. Le muscle se dirige vers la quatrième côte à sa partie chondrale, où il se fixe à l'aide d'un tendon plat et large. De la deuxième côte naît un fascicule accessoire (un tiers de la largeur du muscle) qui se joint au précédent.

L'Atèle représente une forme très rapprochée de celle sous laquelle le muscle apparaît, selon la description des auteurs, chez l'Homme : on dirait même identique à celle-ci. Aussi l'on voit que le *rectus* prend son origine supérieure à la quatrième côte en dessous de l'insertion du supracostal, tandis que le petit pectoral présente cinq digitations qui se détachent des côtes (de 2 à 6). Ce sont ici des relations comme celles que l'on trouve chez l'Homme.

Le muscle est innervé par le deuxième nerf intercostal. Remarquons encore que le nerf sort du *ramus lateralis* et qu'il entre dans le muscle du côté latéral après avoir percé le faisceau accessoire ci-dessus mentionné.

Ruge dit dans ses *Zeugnisse für die metamere Verkürzung des Rumpfes bei Säugethieren*, page 383 : Meckel *führt an, dass der Rectus bei Ateles von der 5., 6. und 7. Rippe entspringe. Die völlige Richtigkeit dieser Angabe möchte ich in Zweifel ziehen, da eine progressive Umwandlung, wie bei den Anthropoïden vorliegen würde.*

Mes observations confirment celles de Meckel et, voyant aussi la description de l'*Ateles paniscus* disséqué par Ruge, je n'hésite pas à dire que par ces relations myologiques les Atèles sont voisins des Anthropoïdes et se rattachent d'un côté à eux. L'auteur avoue lui-même que les Platyrrhiniens sont plus avancés dans leur organisation que les Catarrhiniens inférieurs.

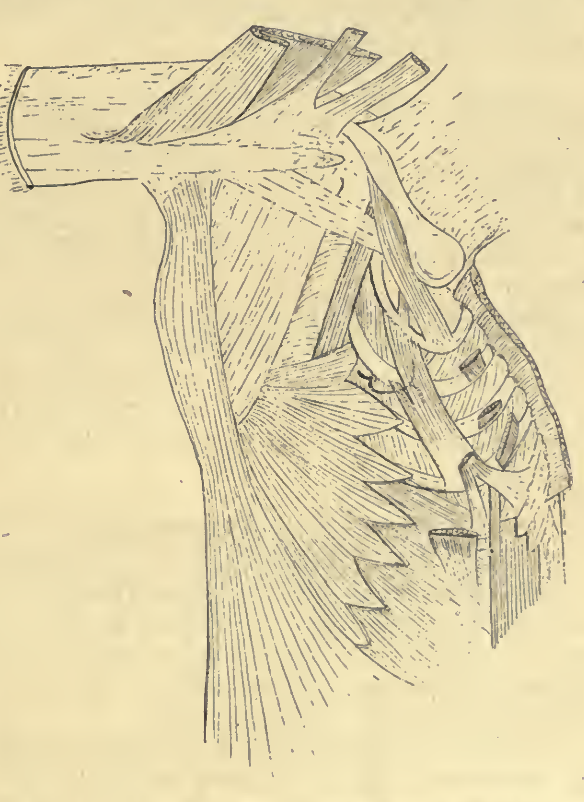


Fig. 2. — La région pectorale profonde chez *Ateles Belzebuth*.

La dent supérieure du grand oblique descend de la quatrième côte et est innervée par le quatrième nerf intercostal.

Le premier scalène et le moyen s'attachent à la première côte, le postérieur se fixe par un petit tendon aux quatrième et cinquième côtes.

Midas rosalia. — Partant de la première côte au-dessous du scalène, la lamelle musculeuse se change vers la moitié de sa longueur en tendon. Celui-ci passe sur le grand droit de l'abdomen — ici musculeux. L'insertion se trouve

sur l'aponévrose du petit pectoral à la hauteur de l'articulation de la troisième à la cinquième côte.

Il y avait chez l'animal que j'ai disséqué un faisceau qui se sépare du muscle supracostal et qui descend verticalement sur le *rectus* pour se joindre aux premières fibres de l'aponévrose de l'oblique externe.

L'origine du grand droit est large et tendineuse. Dans le premier espace intercostal, il devient musculeux. Le rameau sternal du deuxième nerf intercostal le pourvoit.

Le grand oblique reçoit le premier rameau du troisième nerf intercostal. Il monte jusqu'à la quatrième côte.

Chrysothrix sciurea. — Le muscle supracostal répond ici à la description générale. Il naît à la face antérieure et inférieure de la première côte, descend sur les deux premières, puis se fixe par son aponévrose à celle du grand droit et s'insère au sternum avec le tendon final du petit pectoral. Cela se fait à la hauteur de la troisième jusqu'à la septième côte.

Le rameau du deuxième nerf intercostal pénètre du côté latéral dans le muscle.

Le chef supérieur du grand oblique vient de la cinquième côte et est innervé par le quatrième nerf intercostal.

Le grand droit se détache de la première côte par un tendon. Arrivé au deuxième espace intercostal, il devient musculeux et peu après on y voit entrer son premier nerf venant du troisième intercostal.

Lémuriens.

Tarsius spectrum. — Le muscle prend naissance à la première côte entre les origines du sous-clavier et une portion du scalène moyen. A la moitié de sa longueur, le muscle se continue par un tendon, qui s'attache aux extrémités sternales des quatrième et cinquième côtes, après avoir croisé le tendon du grand droit.

Un faisceau musculeux venant de la deuxième côte, séparé entièrement du muscle nommé, s'unit dans sa partie caudale et distale à l'oblique externe et va s'insérer à l'aponévrose.

Le deuxième nerf intercostal pourvoit le muscle et le faisceau.

Le grand oblique naît de la troisième côte et des suivantes. Son premier nerf sort du troisième intercostal.

Le tendon du grand droit se détache de la première côte. Je n'ai pas trouvé le nerf de ce muscle. Selon Ruge, c'est le troisième nerf intercostal.

Ruge a observé, chez le *Tarsius spectrum* qu'il a disséqué, que le supracostal est innervé par le premier nerf intercostal et par un des nerfs cervicaux

sortant du plexus brachial. Le grand oblique qui monte, selon BURMEISTER, jusqu'à la troisième côte se rattache chez l'animal de RUGE immédiatement au supracostal.

Perodicticus Potto. — L'origine du muscle se fait à la première côte entre le sous-clavier et le scalène moyen.

Le grand droit se trouve écarté de la ligne médiane par les origines chondro-costales du petit pectoral.

L'aponévrose du supracostal franchit les côtes et les espaces intercostaux quatre et cinq et s'insère au ligament costo-sternal de la cinquième côte et au bord latéral du sternum. Deux faisceaux du tendon gagnent les sixième et septième côtes.

Le chef supérieur du grand oblique part de la cinquième côte et est innervé par le cinquième nerf intercostal.

Le grand droit vient de la première côte. Son premier nerf sort du cinquième nerf thoracique.

Les deuxième et troisième nerfs intercostaux donnent les branches pour le muscle supracostal.

Nycticebus tardigradus. — Le muscle naît de la première côte vis-à-vis le sous-clavier entre le tendon du grand droit et le chef proximal du *serratus anticus*. Le grand droit est déjà musculeux à la hauteur de la deuxième côte. Le supracostal traverse le ventre du *rectus*, et la séparation des deux muscles à cet endroit n'est pas difficile. L'insertion de l'aponévrose se fait avec celle du petit pectoral au sternum à la hauteur des cinquième, sixième et septième côtes.

Le deuxième nerf intercostal entre dans le muscle supracostal, le quatrième pourvoit la partie proximale du grand droit; enfin, le huitième est le premier nerf pour le grand oblique dont la dent supérieure vient de la huitième côte.

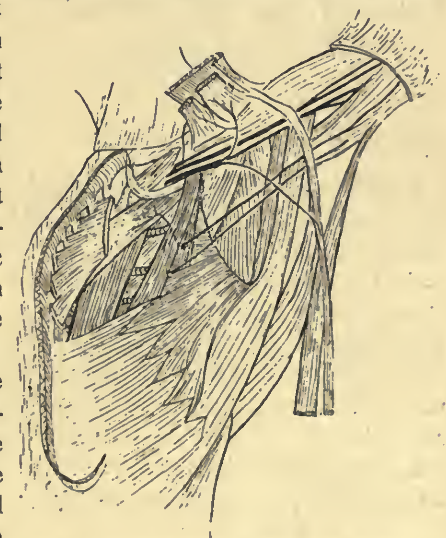


FIG. 3. — Région pectorale profonde de *Lepilemur mustelinus*.

Lepilemur mustelinus (*fig. 3*). — Le muscle supracostal descend de la première côte. Moitié musculeux, moitié tendineux, le muscle traverse le grand

droit et s'attache à l'aponévrose du petit pectoral. Le deuxième nerf intercostal donne un rameau latéral qui passe sous le scalène pour arriver au muscle. J'ai observé la même chose pour le premier chef du grand oblique qui part de la quatrième côte et qui est innervé par le quatrième nerf intercostal.

Le grand droit prend son origine à la première côte et son premier rameau sort du troisième nerf intercostal.

Lemur macaco. — L'origine du muscle est située sur la première côte et cachée par le scalène moyen. L'aponévrose commence au quart inférieur du muscle et s'insère avec le tendon du petit pectoral au sternum. Le deuxième nerf intercostal perce le scalène et entre du côté latéral dans le muscle.

Le grand droit commence par un tendon large, naissant du *Manubrium sterni* et de la première côte. Il reçoit son premier nerf du troisième intercostal.

La dent proximale du grand oblique part de la quatrième côte et est innervée par le quatrième nerf intercostal.

Microcebus Smithii. — Le supracostal se détache de la première côte comme d'ordinaire. Les fibres musculaires franchissent le *rectus* en devenant tendineuses. Le muscle s'insère avec l'aponévrose du pectoral au bord latéral du sternum. Deux faisceaux s'attachent aux quatrième et cinquième côtes. Le *Ramus lateralis* du troisième nerf intercostal pourvoit le muscle.

L'origine musculeuse du grand droit se trouve à la première côte, du grand oblique à la cinquième côte et aux suivantes. Leurs premiers nerfs sortent respectivement du quatrième et du cinquième nerf intercostal.

Propithecus diadema. — Le muscle se compose de deux lamelles venant de la première et de la deuxième côte. La lame tendineuse se fixe aux deuxième, troisième et quatrième côtes, et par un petit faisceau au grand droit. Le deuxième nerf intercostal passe sous le second chef du supracostal et se divise dans la première lamelle et dans la partie proximale de l'autre. La partie distale de celle-ci est pourvue par le troisième nerf intercostal.

Ici, nous voyons, à propos du supracostal, ce fait — qui d'ailleurs est maintes fois constaté pour le grand oblique — que les dents ou chefs ne correspondent pas toujours aux métamères dont se composent ces muscles.

Le premier nerf du grand droit sort du cinquième nerf intercostal ; celui du grand oblique, qui monte jusqu'à la cinquième côte, vient du même nerf.

Chiroptères.

Plecotus auritus. — Dans les deux animaux que j'ai étudiés, le muscle est présent. Selon Leche, les Chiroptères manqueraient tout à fait de supra-

costal. Cependant les muscles ont des dimensions presque microscopiques. Leur origine et leur conformation répondent à la description générale. Ils naissent de la première côte, deviennent tendineux en glissant sur le grand droit et s'attachent au sternum entre les insertions de la deuxième et de la troisième côte.

Quant à l'innervation, j'ai vu entrer dans le muscle un rameau du deuxième nerf intercostal.

Le grand droit et l'oblique naissent par plusieurs digitations de la deuxième côte et des suivantes.

Insectivores.

Erinaceus europæus. — Du côté latéral du sous-clavier, le supracostal naît par un petit tendon. Le muscle descend sur le thorax en formant le triangle connu. A la moitié de sa longueur, il devient tendineux et la lamelle se divise en deux parties, qui s'insèrent l'une au sternum de la deuxième à la quatrième côte, l'autre au cartilage costal de la cinquième côte.

Une branche du deuxième nerf intercostal perce le scalène et entre du côté latéral dans le supracostal.

Le grand droit de l'abdomen se détache de la première côte entre le sternum et l'origine du supracostal. Il est innervé par le deuxième nerf intercostal. Enfin le premier chef du grand oblique vient de la troisième côte et son nerf du troisième intercostal.

Rongeurs.

Mus decumanus (*fig. 4*). — Du côté latéral du sous-clavier, au-dessous de l'artère sous-clavière, nous trouvons l'origine du supracostal. Le petit ventre rondelet a une largeur de 3 à 4 millimètres. Il se rétrécit peu à peu et donne naissance à un petit tendon d'environ 1 millimètre et demi qui s'attache à l'aponévrose du petit pectoral et avec celui-ci au bord latéral du sternum.



Fig. 4. — La région pectorale profonde de *Mus decumanus*.

Le deuxième nerf intercostal perce le scalène et pénètre du côté latéral dans le muscle.

Le grand droit est musculeux dès son origine du sternum. Le rameau sternal du troisième nerf intercostal entre du côté médian dans le muscle.

Le grand oblique monte jusqu'à la quatrième côte et son premier nerf vient du quatrième intercostal.

Carnivores.

Felis leo. — Du côté sternal du scalène moyen part d'un petit tendon le supracostal. Un petit faisceau musculaire venant du scalène postérieur se joint latéralement au muscle. La jonction se signale par un tendon.

De l'origine du supracostal quelques fibres s'écartent aussi et se changent en muscle à la hauteur de la troisième côte. Ce faisceau se joint au scalène.

L'aponévrose se rattache au bord latéral du sternum, de la quatrième à la sixième côte, et conflue dans la partie caudale avec celle du grand oblique.

Le deuxième nerf intercostal perce d'abord le scalène et entre dans le muscle du côté latéral.

Le grand oblique monte jusqu'à la cinquième côte, le grand droit descend de la deuxième, à laquelle il est fixé par un tendon. Plusieurs digitations musculaires s'y joignent des côtes inférieures.

Le cinquième nerf et les suivants pourvoient les deux muscles.

Windle et Parsons disent, dans leur *Myologie des carnivores terrestres,* que pour l'ordre des Carnivores le supracostal paraît constant, et qu'ils l'ont trouvé dans tous les animaux disséqués et examinés à ce point de vue.

Marsupiaux.

Petrogale penicillata. — Au côté latéral du sous-clavier, s'étendant sous le scalène postérieur, se montre l'origine charnue du supracostal, large d'un centimètre. Ici le supracostal est plus gros et plus large que le petit pectoral. La lame tendineuse franchit le grand droit, qui est musculeux jusqu'au *Manubrium sterni.* L'insertion se fait le long du sternum, aussi aux troisième, quatrième, cinquième et sixième côtes ; enfin, on peut poursuivre des fibres jusqu'au processus ensiforme.

Le premier nerf intercostal sort du plexus brachial et se divise immédiatement dans le muscle.

Un petit tendon triangulaire, fixé au sternum, constitue l'origine du grand droit. Ce muscle reçoit aussi des fibres musculaires de la première côte et du côté latéral du sternum. Son premier nerf sort du premier espace intercostal.

La première digitation du grand oblique se rattache à la quatrième côte. Le nerf correspondant vient du quatrième intercostal.

Trichosurus vulpecula (*fig. 5*). — Le supracostal naît de la première côte, près de l'origine du scalène moyen, et sa partie latérale est cachée par

le scalène postérieur. Le *rectus* vient du sternum et de la première côte — il est tout à fait musculeux. Divergeant vers son insertion, le muscle en question développe une aponévrose large qui se fixe au sternum et aussi de la troisième jusqu'à la sixième côte.



Fig. 5. — Région pectorale profonde de *Trichosurus vulpecula*.

Le muscle est innervé par un nerf du plexus brachial, conformément à la disposition chez le Pétrogale.

Le quatrième nerf intercostal pourvoit la partie proximale du grand droit, de même que le chef supérieur du grand oblique, qui vient de la quatrième côte.

VALEUR MORPHOLOGIQUE DU MUSCLE SUPRACOSTAL

Quelque simple que paraisse la classification du muscle supracostal, après avoir pris connaissance de sa situation, de sa conformation et de sa fonc-

tion, nous ne manquons pas de bon nombre de suppositions sur sa valeur morphologique. Presque aussi nombreuses que les dénominations sont les hypothèses, accompagnées de démonstrations plus ou moins heureuses. Nous ne citerons que les principales.

Nous les passerons d'abord en revue selon l'ordre chronologique, ensuite nous les étudierons.

MECKEL[1] décrit le muscle supracostal des Mammifères comme la partie proximale du grand droit de l'abdomen et ne voit dans le tendon lamineux qui se fixe plus ou moins au tendon de celui-ci, qu'une intersection aponévrotique du grand droit.

En 1861, HALBERTSMA[2] publie une communication sur les deux muscles présternaux, qu'il avait trouvés dans la salle de dissection de Leyde. Il distingue cette forme de deux autres : le *Musculus accessorius ad rectum*, que cet auteur n'a jamais vu, mais dont il reproduit la description et le dessin de KAAN BOERHAVE (1751), puis le *M. transversus costarum* (GURLT), qui n'est autre chose que notre supracostal. E. SANDIFORT avait réuni ces trois muscles sous le nom commun de *Musculus thoracis* (*Exercitationes Academicæ*, 1773, page 82). Je me permets de citer deux conclusions de mon compatriote HALBERTSMA.

« Il n'existe pas le moindre rapport entre le *Musculus transversus costarum*, que nous avons trouvé sur tous les Mammifères examinés, le présternal et l'*accessorius ad rectum*[3].

« Le grand droit passe dans un nouveau muscle, le *M. transversus costarum*, qui prend son origine de l'aponévrose ou de la partie charnue du *M. rectus abdominis*, et qui monte latéralement pour se fixer à la première ou aux premières côtes[4]. »

Nous voyons que HALBERTSMA ne peut se défaire de l'idée que le supracostal soit un dérivé du grand droit, bien qu'il nie le rapport avec le *Musculus accessorius ad rectum*. Je considère ce dernier comme un simple prolongement du grand droit sur le thorax, comme une languette du *rectus abdominis* fixée à la troisième côte.

Quelques années plus tard, en 1868, TURNER[5] communique deux cas de muscle supracostal. Deux individus mâles présentaient l'anomalie, l'un du côté droit, l'autre des deux côtés. Le professeur anglais retrouve le même muscle chez le Chat, la Loutre, etc., cite encore le cas mentionné plus haut de KAAN BOERHAVE et conclut que le supracostal est l'homologue de la partie pectorale du *M. rectus abdominis* des Mammifères.

1. *L. c.*, page 449.
2. *L. c.*, page 161 sqq.
3. *L. c.*, page 177.
4. *L. c.*, page 173.
5. *L. c.*, pages 393 et 394.

Wood[1] nous apprend, en 1870, que le muscle normal des Mammifères est évidemment de la même nature que l'anomalie rencontrée chez l'Homme. Cependant il ne veut pas souscrire à la conclusion de Turner.

Testut[2], en rejetant la thèse de Turner, considère les rapports intimes entre le scalène antérieur et le supracostal et croit que celui-ci n'est autre chose que le prolongement du premier, sans pouvoir donner cependant la démonstration de ce fait. Il nous fait observer que le scalène antérieur se termine exactement là où le supracostal naît, que le premier continue à la région cervicale la direction que le second présente sur le thorax ; — que chez la Panthère on voit un faisceau musculaire se détacher des scalènes et aller renforcer le supracostal ; enfin qu'il existe dans le *Bradypus tridactylus*, au-dessous des scalènes, un faisceau musculaire que Wood considère comme le supracostal des Mammifères, et Cuvier, comme la partie inférieure du scalène antérieur.

Pour Ruge[3], le supracostal n'est que le chef supérieur, se détachant de la première côte, du grand oblique.

Ellenberger et Baum[4] le comparent au *Musculus sternalis hominis*, c'est-à-dire au présternal des Français. Bien que cette question ait été réfutée par Halbertsma en discutant la topographie des deux muscles, nous l'examinerons de nouveau, à propos de l'opinion de Testut : « Le muscle présternal est une dépendance du sterno-mastoïdien par son extrémité supérieure, une dépendance du muscle grand oblique par son extrémité inférieure[5]. »

En 1897, Kohlbrugge[6] décrit dans le groupe des scalènes le supracostal. « Je n'ose pas prétendre, dit-il, que le muscle du Chien et les anomalies rencontrées chez l'Homme dérivent du *M. obliquus externus abdominis* ; car il me paraît qu'ils appartiennent aux scalènes. Cependant, je crois que les muscles sterno-costaux ou supracostaux, comme on les trouve chez les Singes, sont dérivables du grand oblique. »

Écoutons l'assertion de F. Clasen[7] : « Ce petit muscle appartient, selon sa situation et sa direction, au groupe des scalènes et paraît être une partie distincte (*selbständig gewordenes Stück*) du scalène moyen. Je propose de donner au muscle susdit — décrit pour la première fois ici — le nom de *Musculus scalenus medialis*, parce qu'il s'approche de la ligne médiane du sternum. »

Un petit tableau facilitera la marche de notre discussion.

1. *L. c.*, page 109.
2. *L. c.*, page 73.
3. *L. c.*, page 272.
4. *L. c.*
5. *L. c.*, page 84.
6. *L. c.*, page 45.
7. *L. c.*, page 428.

Le muscle supracostal est à considérer comme :

A) Le dérivé du grand droit de l'abdomen, selon MECKEL, HALBERTSMA, TURNER ;

B) L'identique du présternal, selon ELLENBERGER et BAUM ;

C) Le dérivé des scalènes : *a*) du scalène antérieur, selon TESTUT ; *b*) du scalène moyen, selon CLASEN ;

D) Le dérivé du grand oblique de l'abdomen, selon RUGE.

Le muscle supracostal est-il un dérivé du *M. rectus thoraco-abdominalis?*

Par sa structure il ressemble au grand droit; par la situation du muscle le fait est douteux; enfin par l'innervation du supracostal, fort différente de celle du rectus, l'hypothèse de MECKEL, HALBERTSMA et TURNER s'écroule.

Le grand droit appartient à la région ventro-médiale du tronc, le supracostal au contraire à la partie ventro-latérale.

De l'étude approfondie de RUGE sur le *rectus* des Singes ainsi que de mes propres observations, il résulte que les branches des nerfs intercostaux, destinées aux myomères crâniaux du *rectus,* continuent leur route entre les vraies côtes jusqu'au voisinage du sternum. Là, elles quittent leur voie intercostale et entrent directement dans la face dorsale des segments du *rectus*. Or, pour la partie thoracique le *rectus* est innervé par les *Rami perforantes sternales.*

Les fibres nerveuses destinées au supracostal se détachent plus tôt. Arrivés à la région latérale du thorax, les nerfs intercostaux envoient un *Ramus thoracis lateralis* et celui-ci entre du côté latéral dans le muscle.

Ainsi le mode d'innervation montre d'une façon brève mais irréfutable que les assertions de MECKEL, etc., sont inadmissibles.

Pour les mêmes motifs nous rejetons l'hypothèse indiquée sous B, savoir que le supracostal et le présternal sont des muscles homologues. Tandis que HALBERTSMA était d'avis que la topographie se défend contre une telle homologation, le professeur EISLER à Halle nous a donné des indications précieuses sur le présternal et a classé ce muscle mystérieux dans le groupe des pectoraux. EISLER est d'accord avec CUNNINGHAM, pour dire que l'innervation du présternal par les nerfs intercostaux est invraisemblable ; ils n'ont observé dans leurs quarante-six cas que des rameaux des *Nervi thoracici anteriores*[1].

Si l'on admet avec BARDELEBEN que seulement les nerfs intercostaux pourvoient le présternal, nous n'avons qu'à demander à cet auteur d'où viennent les rameaux, du côté médial ou du côté latéral. Dans un de ses dix cas, BARDELEBEN donne la description suivante : que les nerfs destinés au présternal sortent du deuxième et du troisième intercostal, des rameaux antérieurs (sternaux) qui percent les muscles intercostaux internes et l'origine du grand pectoral[2]. En 1888, le même auteur considère le présternal — non compris

1. *L. c.,* pages 40 et 44.
2. *L. c.,* page 43.

les anomalies dérivant du peaucier et du grand pectoral — comme appartenant au système de la longue musculature ventrale [1].

Après ces deux conclusions, nous pourrons dire que le présternal appartient ou bien aux muscles pectoraux, ou bien à la région ventro-médiale du tronc. Le supracostal au contraire se range parmi les muscles de la partie ventro-latérale. Donc il faut absolument rejeter l'avis que les deux muscles soient conformes et équivalents.

Il ne nous a pas été difficile de réfuter les vues mentionnées sous A et B. Le mode d'innervation a été le chemin sûr qui mène ici à une solution prompte.

Pour donner la réponse à la question : Y a-t-il un rapport intime entre les scalènes et le supracostal ? il nous faudra d'autres considérations ; car, malheureusement, le mode d'innervation ne peut faire aboutir à aucun résultat, les scalènes étant innervés par des rameaux sortant du plexus brachial, et par conséquent il nous faudrait rechercher ces nerfs-là qui équivalent aux *Rami perforantes latérales*.

Or, pour résoudre cette question, il nous faudra prendre un autre chemin. Ce qui est, à mon avis, en complète contradiction avec l'énonciation de Testut, c'est ce qui suit :

Tous les auteurs qui se sont occupés de ces problèmes concèdent qu'il existe un rapport entre les scalènes et les parois thoracique et abdominale. En effet, les scalènes suppléent à cette partie de la musculature du tronc qui appartient aux segments cervicaux et qui n'a pas servi à la formation du système musculaire des membres antérieurs. Sous ce rapport, les scalènes ne sont que de la matière musculeuse du tronc non différenciée et il est évident qu'il y a une homologie entre les couches de ce groupe musculaire et les couches formées par les muscles du tronc proprement dit, c'est-à-dire les muscles du thorax et de l'abdomen.

Si l'on considère que le scalène antérieur est situé au côté ventral des racines du plexus brachial, c'est-à-dire au côté ventral des nerfs moteurs, l'homologation de ce muscle avec ceux qui sont situés à la poitrine et au ventre du côté ventral ou interne des nerfs intercostaux est toute naturelle.

En tous cas, le scalène antérieur n'est pas identique à un des muscles d'une couche superficielle.

Sans me prononcer définitivement sur la question de savoir à quelle couche du tronc le scalène antérieur est équivalent, je crois pourtant voir dans ce muscle un dérivé d'une couche profonde des muscles originaires de la paroi du tronc, à cause de son rapport avec les nerfs spinaux.

Arrivé à ce point, une relation entre le scalène antérieur et le supracostal ne me paraît pas admissible. Comme nous l'avons déjà vu dans la description

1. *L. c.*, page 65.

détaillée des sujets — et plus loin nous l'expliquerons encore davantage — le supracostal est un dérivé, un produit de l'un des premiers segments thoraciques.

On peut se figurer aisément que la formation segmentale du scalène antérieur, qui normalement est limitée aux segments cervicaux, peut se prolonger métamériquement jusque dans la région pectorale; mais alors ce prolongement, comprenant les segments caudaux, se trouvera dans une couche profonde et bornant immédiatement la cavité de la poitrine.

Si l'on néglige cela, on court le risque de la contradiction : il y a dans les premiers espaces intercostaux un muscle superficiel, appartenant aux premiers segments thoraciques dont la matière musculeuse appartient aux couches les plus profondes des muscles intercostaux. Il serait difficile de se représenter d'une manière plausible un tel développement.

Or, quand on cherche à découvrir une relation entre les scalènes et le supracostal, il n'y a que les scalènes moyen et postérieur qui puissent retenir notre attention.

Avant d'entamer cette question, examinons d'abord l'opinion de Ruge, mentionnée sous D : le supracostal est un dérivé du grand oblique.

Je suis de l'avis de Ruge et à l'appui de ma thèse je passerai en revue et je comparerai : la situation des deux muscles, leur conformation, leur fonction, leurs digitations, leur innervation, enfin leur métamérie et leur jonction.

Les deux muscles sont situés dans la même couche, et, en comparant le supracostal avec la partie thoracique du grand oblique, on peut y ajouter, au-dessus des côtes, au-dessous des muscles pectoraux.

Les origines sont toujours charnues et se détachent des côtes ; les insertions aponévrotiques se font à la ligne blanche ou au *sternum*, « qui est la continuation de la ligne blanche abdominale » (Testut).

La structure moitié muscle, moitié aponévrose, existe toujours chez les deux muscles. Jamais le tendon du supracostal ne passe sous le grand droit ; — et la lame tendineuse de l'oblique externe est toujours la partie ventrale de la gaine du *rectus*.

Quant à la fonction, l'effet de l'oblique pour l'abdomen se répète pour le thorax par la contraction du supracostal, comme nous l'avons étudié largement.

La digitation si caractéristique du grand oblique ne tarde pas à se montrer aussi dans le supracostal. Celui-là est composé de 8, 9 chefs et plus, celui-ci se forme quelquefois de deux, trois ou même quatre languettes.

Plus haut nous avons constaté que par son innervation le supracostal appartient à la partie ventro-latérale du tronc, ainsi que l'oblique. Les branches des nerfs intercostaux destinées aux deux muscles peuvent être réunies sous le nom de *Nervi perforantes thoraco-abdominales laterales*. L'entrée du nerf dans les muscles est toujours du côté latéral.

Le tableau suivant donne un résumé des nerfs pour les deux muscles et le grand droit :

Tableau de l'origine et de l'innervation du supracostal, du premier chef du grand oblique et du grand droit.

	SUPRACOSTAL.		GRAND OBLIQUE.		GRAND DROIT.		LACUNE entre le supracostal et le grand oblique.
	Origine.	Innervation.	Origine.	Innervation.	Origine.	Innervation.	
Colobus ursinus	1 2 3 4	I II III IV	5	V	1	III	0
Cercocebus cynomolgus	1	I	5 (4)	III	1	V	1
Inuus nemestrinus	1	?	4	?	1	IV (Ruge)	—
Ateles Beelzebuth	1 2	II	4	IV	4 5 6 7	?	1
Midas rosalia	1	?	4	III	1	II	—
Chrysothrix sciurea	1	II	5	IV	1	III	1
Tarsius spectrum	1 2	II	3	III	1	III	0
Perodicticus Potto	1	II et III	5	V	1	V	1
Nycticebus tardigradus	1	II	8	VIII	1	IV	5
Lepilemur mustelinus	1	II	4	IV	1	III	1
Lemur macaco	1	II	4	IV	1	III	1
Microcebus Smithii	1	III	5	IV	1	V	0
Propithecus diadema	1 2	II et III	5	V	1	V	1
Plecotus auritus	1	II	2	?	2, etc.	?	—
Erinaceus europæus	1	II	3	III	1	II	1
Mus decumanus	1	II	4	IV	1	III	1
Felis leo	1	II	5	V	2, etc.	V	2
Petrogale penicillata	1	I	4	IV	sternum.	I	2
Trichosurus vulpecula	1	I	4	IV	1 et sternum.	IV	2
Phalangista vulpecula	1	I	4	IV	1 et sternum.	III	2

On voit dans ce tableau que c'est ordinairement du deuxième segment thoracique que le supracostal s'est formé. Quelquefois le muscle est le produit de deux myomères, comme je l'ai observé chez le *Perodicticus* et le *Propithecus*; et même de quatre myomères chez le *Colobus*.

Pour les Marsupiaux le nerf sort immédiatement de la racine inférieure du plexus brachial.

Quant à la jonction, je me permets de distinguer une jonction complète et une incomplète. Si le supracostal est uni au grand oblique par des faisceaux musculaires ou par l'aponévrose et qu'il n'y ait pas de lacune dans la série des branches innervantes, j'appelle complète la jonction ; si cette série est interrompue, mais l'union des deux muscles à l'aide d'un faisceau existant encore, je nomme l'association incomplète.

La jonction complète se rencontre chez le *Colobus*, le *Tarsius* et le *Microcebus*. Ruge cite encore, outre le cas du *Tarsius*, un autre Lémurien, l'*Avahis laniger*.

Cette union est un des plus forts appuis pour la thèse que le supracostal et le grand oblique sont équivalents et identiques.

Mais aussi la jonction incomplète que les sujets présentaient quelquefois

et que j'ai mentionnée dans la description détaillée peut servir dans ce cas à affirmer mon assertion.

Je suis donc d'accord avec Ruge pour prétendre que :

Le supracostal est l'analogue du grand oblique ; il est le produit d'un des premiers segments thoraciques, comme le grand oblique est une formation des derniers segments.

Enfin jetons encore un regard sur la relation entre les scalènes moyen et postérieur et le grand oblique y compris le supracostal.

On sait assez que les scalènes moyen et postérieur — que nous indiquerons selon la manière française sous le nom de scalène postérieur — ont une plus grande étendue sur le thorax chez les Quadrupèdes en général et chez les Singes en particulier que chez l'Homme.

Ce scalène postérieur se retire aussi peu à peu dans la région cervicale chez l'Homme et je n'hésite pas à identifier ce phénomène avec la disparition du muscle supracostal chez ces formes en me fondant sur les mêmes motifs que j'ai largement étudiés plus haut, savoir : une plus grande rigidité du thorax comme l'économie de l'animal l'exige en passant de l'attitude horizontale à la verticale.

Chez l'Homme, le Gorille, le Chimpanzé et le Gibbon, le muscle prend ses insertions sur la première ou les deux premières côtes. Chez les Singes, au contraire, il descend jusqu'à la quatrième (*Semnopithecus nasicus*), cinquième (*Cynocephalus sphinx*) ou sixième côte (*Ateles paniscus*). Chez les Rongeurs et les Carnassiers, il se rend ordinairement jusqu'à la cinquième côte.

On ne peut nier qu'il y ait parfois une anastomose entre le scalène postérieur et le supracostal ; Wood l'a constatée pour la Panthère ; Windle et Parsons l'ont remarquée sur bien des Carnivores ; moi je l'ai observée chez le Lion. D'après Testut, Lawson Tait a vu un muscle supracostal s'étendre des quatre premières côtes jusqu'à la colonne cervicale.

Le muscle se dirigeait en haut entre les scalènes antérieur et postérieur et, arrivé à la région cervicale, il se résolvait en une série de languettes musculo-tendineuses qui se fixaient aux apophyses transverses de six vertèbres cervicales.

Pye-Smith indique de même un supracostal humain passant nettement en scalène moyen.

Une anastomose entre les extrémités adjacentes de deux muscles ne démontre pas toujours leur parenté génétique, j'en conviens. On n'a qu'à observer l'exemple suivant qui n'est pas du tout rare dans la région qui nous occupe. Il y a une connexion des fibres musculaires du sterno-cléido-mastoïdien et du présternal, quoique l'innervation de ces deux muscles nie parfaitement tout rapport génétique. Il n'est pas besoin d'insister pour comprendre que de telles relations sont à considérer comme purement secondaires.

Faut-il considérer de la même manière les faisceaux anastomotiques

que j'ai trouvés entre le scalène postérieur et le supracostal ? C'est ainsi que Windle et Parsons l'ont fait dans leur Myologie des Carnivores.

Une réponse définitive ne nous est pas possible, quoique nous ayons la présomption que cette union ne soit pas secondaire et qu'il existe une homologie entre le scalène, le supracostal et l'oblique externe.

Le rapport topographique nous affermit dans notre opinion. Dans le tableau suivant on trouvera un aperçu des trois muscles mentionnés avec leurs limites dans les régions du cou, de la poitrine et du ventre :

RÉGION.	LIMITES DU CÔTÉ LATÉRAL.		LIMITES DU CÔTÉ MÉDIAN.
Cervicale . .	L'angulaire de l'omoplate .	Le scalène postérieur (moyen).	Les droits du cou.
Thoracique .	Le grand dentelé	Le supracostal. . .	Le grand droit du thorax et de l'abdomen.
Abdominale .	Le grand dentelé	Le grand oblique. .	Le grand droit du thorax et de l'abdomen.

Par rapport à la première série, l'angulaire de l'omoplate et le grand dentelé, nous constatons, d'après les recherches de Kohlbrugge et mes propres observations, que chez plusieurs Singes ces deux muscles ne forment qu'un seul sans intervalle.

Cet auteur a observé que le *Levator scapulæ* naît chez les Semnopithèques de toutes les vertèbres cervicales et que le bord inférieur se joint au bord supérieur du grand dentelé.

L'origine se borne aux trois ou quatre premières vertèbres chez l'Homme et les Anthropoïdes ; cependant Macalister a trouvé sur un Chimpanzé l'union des deux muscles nommés.

Le grand dentelé est sans contredit la continuation, dans la région thoracique, de l'angulaire de l'omoplate. Broca[1] l'avait déjà mentionné et je m'empresse de citer une de ses phrases. « Chez le Cynocéphale, l'intervalle n'existe pas ; il est comblé par un muscle supplémentaire qui s'insère sur les apophyses transverses des trois dernières vertèbres cervicales et qui, par ses deux bords, se confond si bien avec les deux muscles en question, que tout cet appareil musculaire ne forme qu'un seul plan, qu'un seul muscle, dont les insertions scapulaires s'étendent sans interruption de l'angle à la pointe de l'omoplate, et dont les insertions vertébro-costales se font, par dix-sept digitations disposées en série, sur les apophyses transverses de toutes les vertèbres cervicales et sur les dix premières côtes, lesquelles continuent, comme on sait, dans la région dorsale, la série des apophyses transverses de la région cervicale. »

Du côté médial, les trois muscles en question sont bornés par les *recti* du cou, du thorax et de l'abdomen ; ce sont, pour le cou, le sterno-hyoïdien et

1. *L. c.*, page 87.

l'omo-hyoïdien ; le sterno-thyroïdien et le hyo-thyroïdien en forment une couche profonde ; pour la poitrine et le ventre, c'est le grand droit thoraco-abdominal.

Ce système ventral est regardé toujours comme formant une unité.

Peut-être m'objectera-t-on que je jette pêle-mêle les muscles du tronc et des extrémités, que l'angulaire de l'omoplate et le grand dentelé n'osent pas entrer dans le tableau précédent à côté du *rectus colli* et du grand droit. Ce reproche n'est pas mérité ; si l'on sait que les muscles du bras sont dérivés de la musculature ventrale du cou et du tronc, aussi bien que les autres muscles mentionnés dans le tableau ; puis qu'ils sont issus de la partie la plus latérale des myomères ; enfin qu'il existe un rapport corrélatif entre les muscles du thorax et des extrémités, le développement de ceux-ci produisant la restriction de ceux-là, on m'accordera bien le droit de borner les muscles ventraux et latéraux du tronc par les muscles de l'extrémité antérieure.

Entre ces deux lignes de démarcation, formées d'un côté par les droits, de l'autre par l'angulaire et le dentelé, se trouvent dans la partie distale le supracostal et le grand oblique, formant la couche superficielle antéro-latérale du thorax et de l'abdomen.

Quels sont les muscles superficiels du cou qui comblent la lacune proximale ? Il n'y en a qu'un seul qui puisse attirer notre attention et c'est le scalène postérieur.

La concordance du scalène, du supracostal et du grand oblique est frappante. Les trois muscles naissent de la même manière par plusieurs digitations précisément à l'origine du grand dentelé et de l'angulaire. Le grand oblique marque son rapport avec le grand droit par son aponévrose ; le scalène s'écarte de beaucoup du *rectus colli* ; leur intermédiaire, le supracostal, s'insère comme l'oblique à la ligne ventro-médiane du tronc, ou bien se fixe directement aux côtes comme le scalène.

Il ne nous est pas possible de donner une réponse définitive, je le répète, et les arguments cités : que le scalène se rétrécit en haut, comme le grand oblique en bas ; — que les faisceaux anastomotiques entre les muscles scalène et supracostal sont assez fréquents ; enfin que les muscles sont situés dans la même couche superficielle et bornés de deux côtés par des muscles homologues, ces arguments ne sont pas assez puissants pour prouver que le scalène est l'homologue du supracostal et du grand oblique ; mais ces faits sont assez importants pour faire pressentir un rapport intime et énoncer l'hypothèse que :

Le supracostal se rattache du côté proximal au scalène postérieur ; c'est donc un muscle intermédiaire entre celui-ci et le grand oblique.

BIBLIOGRAPHIE

BOCHDALECK, Ein anomaler Musculus supracostalis anterior (*Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin*, Berlin, 1867).

P. BROCA, *L'Ordre des Primates*, parallèle anatomique de l'Homme et des Singes (Paris, 1870).

G. CUVIER, *Leçons d'anatomie comparée* (Tome Ier. Paris, 1805).

FERD. CLASEN, Die Muskeln und Nerven des proximalen Abschnittes der vorderen Extremität des Kaninchens (*Nova acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ Germanicæ naturæ curiosorum*. Halle, 1898).

P. EISLER, Der Musculis Sternalis (*Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*. Stuttgart, 1901).

ELLENBERGER und BAUM, *Anatomie des Hundes....*, 1891.

H. J. HALBERTSMA, De musculus thoracis (*Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Academie van Wetenschappen*. Amsterdam, 1901).

HENLE, *Handbuch der Anatomie des Menschen* (Braunschweig, 1870).

J. H. F. KOHLBRÜGGE, Muskeln und perifere Nerven der Primaten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anomalien (*Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Academie van Wetenschappen*. Amsterdam, 1897.)

WILHELM LECHE, Ueber die Säugethiergattung Galeopithecus; eine morphologische Untersuchung (*Kongl. Svenska Vetenskaps. Akademiens Handlingar*. Stockholm, 1876).

J. F. MECKEL, *System der vergleichenden Anatomie* (III. Theil. Halle, 1828).

PYE-SMITH, Ein zweiter Fall von Musculus supracostalis anterior anomalis (*Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und klinische Medicin*. Berlin, 1868).

G. RUGE, *Der Verkürzungsprocess an Rumpfe von Halbaffen*.

G. RUGE, Zeugnisse für die metamere Verkürzung des Rumpfes bei Säugethieren (*Morphologisches Jahrbuch*. Leipzig, 1892).

TESTUT, *Les Anomalies musculaires chez l'Homme expliquées par l'anatomie comparée — leur importance en anthropologie* (Paris, 1884).

TURNER, Report on the Progress of Anatomy (*The Journal of Anatomy and Physiology*. Vol. II. Cambridge and London, 1867).

WINDLE and PARSONS, Myology of the terrestrial Carnivora (*Proceedings of the Zoological Society of London*, 1898. Part II).

Mr. J. WOOD, On some varieties in Human Myology (*Proceedings of the Royal Society of London*, 1864).

JOHN WOOD, On a Group of varieties of the human Neck, Shoulder and Chest, with their transitional Forms and Homologies in the Mammalia (*Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1870).

RECHERCHES

SUR

QUELQUES NOUVEAUX PROCÉDÉS DE COLORATION

DES ÉLÉMENTS ÉLASTIQUES

DÉRIVÉS DE LA MÉTHODE DE WEIGERT

Par G. DUBREUIL

MONITEUR DES TRAVAUX PRATIQUES AU LABORATOIRE D'ANATOMIE GÉNÉRALE ET D'HISTOLOGIE
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

(Travail du Laboratoire d'anatomie générale de la Faculté de Lyon.)

La coloration des fibres élastiques depuis qu'on cherche à les mettre en évidence parmi les autres éléments du tissu conjonctif a passé par trois étapes successives.

Dans la première, on surcolore diffusément une coupe d'organe, puis, mettant à profit la résistance plus considérable de la substance élastique, on détruit tous les autres éléments de la coupe. Telles sont, par exemple, la méthode de Balzer[1] (éosine et potasse caustique à 40 p. 100), celle d'Unna[2] (hématoxyline, éosine et digestion artificielle).

Dans la seconde étape, les techniciens cherchent des procédés moins brutaux, et ils emploient la coloration suivie de différenciation. La méthode la plus connue et la plus employée est celle d'Unna[3] à l'orcéine, modification de celle de Tænzer, qui consiste dans une coloration diffuse suivie de la décoloration de tout ce qui n'est pas élément élastique.

Enfin on réussit à ne colorer que les fibres élastiques; c'est la troisième étape, celle des colorations électives de date toute récente et qui, par les résultats parfaits qu'elle donne, est de beaucoup préférable aux méthodes antérieures.

Il y a quelques années Weigert[4] proposa pour la coloration des éléments élastiques une méthode à la fuchsine dont la supériorité incontestable au point de vue de l'électivité et de la facilité d'emploi fit qu'on l'adopta presque

---

1. Balzer, Recherches techniques sur le tissu élastique (*Archives de Physiologie,* 1882, t. XV, p. 314).

2. Unna, *Monatsch. f. prakt. Dermatologie,* 1883, Bd II.

3. Unna, Notiz betreffende Tänzer'sche Orceinfärbung des elastischen Gewebes (*Monatsch. f. prakt. Dermat.,* 1891, p. 394, et *Zeitschrift f. wiss. Mik.,* 1892, p. 94).

4. Weigert, Ueber eine neue Methode zur Färbung elastischer Fasern (*Centralblatt f. allg. Path. u. Phys. Anat.,* 1898, p. 289).

immédiatement, surtout à l'étranger. Il s'agit d'un colorant nouveau obtenu en faisant réagir la fuchsine et le perchlorure de fer en présence de la résorcine ; ce colorant possède la propriété de ne teindre en solution alcoolique que les fibres élastiques.

Tout récemment, MINERVINI[1] a modifié la méthode de WEIGERT en se servant de la safranine, et a obtenu des résultats qui ne le cèdent en rien à ceux que donne la fuchsine.

A l'occasion de recherches sur le tissu conjonctif, j'employai les méthodes anciennes, puis celle de WEIGERT et de MINERVINI. Réfléchissant à la technique suivie par ces deux auteurs pour obtenir la matière colorante douée d'affinité pour la substance élastique, je pensais que le même traitement appliqué par WEIGERT à la fuchsine et par MINERVINI à la safranine réussirait probablement avec d'autres couleurs. Après quelques essais dans ce sens j'eus la satisfaction d'obtenir des résultats positifs avec un grand nombre de matières colorantes, par exemple : le violet de méthyle 5 B, le violet dahlia, le violet hexaméthylé, la thionine, le bleu de méthylène, le bleu de toluidine, l'orcéine, le rouge d'acridine, la tropéoline, le jaune de métanile, etc..... Toutes ces couleurs, traitées comme il est dit plus loin, donnent un dérivé capable de colorer la substance élastique d'une manière plus ou moins satisfaisante, et même tout à fait remarquable pour quelques-unes d'entre elles. Ce sont ces motifs qui m'ont décidé à publier mes résultats.

Rappelons brièvement les recherches de WEIGERT : sa méthode, publiée en 1898 seulement, date de 1885 environ ; voici en quoi elle consiste :

On prépare une solution avec 2 grammes de fuchsine, 4 grammes de résorcine et 200 centimètres cubes d'eau distillée ; on fait chauffer dans une capsule de porcelaine : lorsque la solution bout, on ajoute 25 centimètres cubes de la *liquor ferri sesquichlorati* de la Pharmacopée germanique, il se forme immédiatement un précipité abondant. On laisse bouillir, puis on filtre après refroidissement ; on dessèche le précipité resté sur le filtre et on le dissout dans 200 centimètres cubes d'alcool à 93° en faisant bouillir. On reporte le volume de la solution définitive à 200 centimètres cubes par addition d'une quantité suffisante d'alcool, et enfin on ajoute 4 centimètres cubes d'acide chlorhydrique.

La matière colorante ainsi obtenue n'est pas encore définie chimiquement ; elle appartient, d'après WEIGERT, au groupe de la nigrosine ou de l'induline, c'est-à-dire, au groupe des couleurs dérivées des azines.

La coloration, employée après tous les liquides fixateurs, s'obtient en lais-

1. MINERVINI, Modificationen der Weigert'schen Methode zur specifischen Färbung des elastischen Gewebes (*Zeitschr. f. wiss. Mik.*, 1901, p. 161).

2. La fuchsine à employer est celle que l'on trouve dans le commerce sous les noms de Rubine, Rouge Magenta, Solférino, rouge d'aniline, qui est un triparamidodiphéniltolylcarbinol. (Voir SEYEWETZ et SISLEY, *Matières colorantes artificielles*. Paris, 1896, p. 384.)

sant la coupe au sortir de l'alcool pendant 20 à 30 minutes dans la solution colorante, on lave abondamment à l'alcool à 93°, puis on passe à l'alcool absolu, au xylol et l'on monte au baume du Canada. Les fibres élastiques ont une teinte bleue foncée, presque noire sur fond très clair.

Le mode de préparation de Weigert est celui qu'a employé Minervini, que j'ai moi-même employé, à peu de chose près, pour obtenir mes solutions colorantes. Les manipulations nécessaires, qui semblent au premier abord compliquées, sont en réalité très simples ; et la préparation de la solution définitive ne demande guère plus d'une ou deux heures.

Voici une technique précise, légère modification du procédé de Weigert, applicable à un grand nombre de couleurs. On doit la suivre méticuleusement si l'on veut obtenir des colorations pures et avoir un bon rendement.

On prépare les trois solutions suivantes :

Solution A	Perchlorure de fer anhydre . .	30 grammes.
	Eau distillée	100 cent. cubes.
Solution B	Résorcine	2 grammes.
	Eau distillée	100 cent. cubes.
Solution C	Matière colorante	1 gramme.
	Eau distillée.	100 cent. cubes.

On prend 100 centimètres cubes de la solution C que l'on mélange dans une capsule de porcelaine à 100 centimètres cubes de la solution B, on chauffe en agitant jusqu'à ébullition ; on verse alors, peu à peu et sans cesser d'agiter, une quantité de solution A suffisante pour que le précipité se forme intégralement. Cette quantité, variable suivant les couleurs, s'apprécie par le changement de coloration produit pendant le mélange des liquides. La réaction, pour être complète, doit se faire en présence d'un excès de perchlorure de fer que l'on constate en déposant avec l'agitateur une goutte du mélange sur les parois de la capsule, elle s'évapore vite en laissant à sa place une coloration jaunâtre. La quantité moyenne de la solution A à faire entrer en réaction est environ de 40 à 60 centimètres cubes. On continue à faire bouillir à feu doux, en agitant, puis on laisse refroidir et on filtre. On obtient un précipité boueux, insoluble ou très peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool. On le lave soigneusement à l'eau pour enlever l'excès de perchlorure de fer, on le dessèche et l'on plonge filtre et précipité dans 200 centimètres cubes d'alcool à 93° légèrement acidifié par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, que l'on chauffe à feu doux dans une capsule en prolongeant l'ébullition deux à trois minutes. On laisse refroidir, on filtre et on reporte le volume total à 200 centimètres cubes par addition d'alcool à 93° ; enfin on termine en ajoutant 2 à 3 centimètres cubes d'acide chlorhydrique.

Voici les résultats que j'ai obtenus avec quelques colorants qui m'ont paru utilisables dans la pratique :

Les essais de coloration ont été faits principalement avec le mésentère de

différents animaux fixé tendu par l'alcool ; je me suis également servi de coupes d'organes qui avaient été fixés les uns par le formol, d'autres par les liquides de Müller, de Bouin, de Lenhossèk, etc., et je n'ai pas observé qu'il y eût de notables différences de coloration suivant les fixateurs employés.

a) Le *violet de méthyle 5 B* en combinaison ferrique, préparé comme il vient d'être dit, colore en bleu pur les éléments élastiques sur fond absolument incolore. Dans les lames conjonctives telles que le mésentère, on voit un fin lacis en réseau de fibres élastiques, admirable de netteté, sans qu'il soit possible, après montage au baume du Canada, de distinguer les autres éléments du tissu [1]. On emploie cette couleur en y plongeant les coupes ou les lames de tissu pendant 30 à 60 minutes ; on lave ensuite à l'alcool à 93°, à l'alcool absolu, au xylol, et l'on monte au baume du Canada. Une coloration de 24 heures ne donne pas de résultats meilleurs et l'électivité est toujours aussi absolue, à condition de laver à l'alcool chlorhydrique.

b) Le *violet dahlia* en combinaison ferrique m'a donné des résultats très satisfaisants et peut être mis sur la même ligne que le violet de méthyle 5 B ; les fibres élastiques sont bleues sur fond très clair. La préparation de la matière colorante n'exige aucune précaution spéciale.

c) Le *violet hexaméthylé* en combinaison ferrique ne donne aux fibres élastiques qu'une couleur verte élective mais insuffisamment foncée en comparaison des résultats que l'on peut obtenir avec d'autres couleurs.

d) La *thionine* en combinaison ferrique se prépare comme précédemment ; le précipité obtenu est bleu foncé, le liquide de filtrage très clair. On doit laver rapidement le précipité parce qu'il est légèrement soluble dans l'eau. Les essais faits avec la solution aqueuse n'ont pas donné de bons résultats ; mais la solution alcoolique acidifiée donne une coloration bleu-vert très pure des fibres élastiques du mésentère par exemple ; dans les coupes, la coloration est nette sur fond légèrement vert clair. Les pièces ne doivent pas séjourner plus de 30 à 40 minutes dans le colorant sous peine de perdre une partie de la pureté du dessin.

e) Le *bleu de toluidine* donne un précipité soluble dans l'eau et l'alcool. Inutilisable en solution aqueuse, il demande du soin dans l'emploi de la solution alcoolique. Après une coloration de 30 à 40 minutes, on doit passer rapidement par l'alcool absolu pour arriver au xylol, sous peine de voir, si l'on est trop lent, la coloration partir dans l'alcool. Ce procédé donne d'ailleurs des résultats bien inférieurs aux précédents, les fibres élastiques sont teintes en vert clair. J'ai en vain essayé de fixer la coloration.

---

1. Je fais cependant quelques réserves au sujet de cellules granuleuses, disséminées dans le mésentère du Rat, qui se colorent très bien par ce procédé et quelques autres avec métachromasie et sur la nature desquelles je n'émettrai pas d'opinion avant d'avoir terminé les recherches entreprises à leur sujet.

f) Le *bleu de méthylène* a les mêmes inconvénients que le bleu de toluidine ; il donne par la réaction ci-dessus mentionnée un précipité bleu foncé, soluble dans l'eau et l'alcool, mais la coloration des fibres élastiques par la solution alcoolique acidifiée est très fugace ; le tanin est capable de la fixer, mais, en présence de procédés plus simples, cette couleur n'est pas à conseiller.

g) L'*orcéine* possède aussi la propriété de donner, par le perchlorure de fer et la résorcine, un précipité soluble dans l'alcool. Ainsi préparée, elle donne des colorations des fibres élastiques qui ne sont pas meilleures que celles que l'on obtient par la méthode de Unna-Tænzer, mais qui sont certainement plus faciles à obtenir. La durée de coloration est de 30 à 40 minutes ; on peut même laisser les pièces 24 ou 48 heures, et le passage par l'alcool à 93°, l'alcool absolu, laisse les fibres élastiques seules colorées, tandis que le fond est absolument clair. Il est inutile de se servir de l'alcool chlorhydrique pour différencier, ou de limiter l'action de l'alcool, l'électivité est absolue et spécifique, et permet d'éviter cette partie délicate de la technique : la différenciation. Les fibres élastiques ont une couleur rouge brun, sur fond incolore, très semblable à celle que l'on obtient par la méthode de Unna [1], sans lacunes dans la préparation, et donnant une sécurité absolue pour la constance des résultats.

h) Le *rouge d'acridine* (couleur dérivée du diphénylméthane, que je dois à l'obligeance de M. Sisley et qui n'a pas encore été employée, à ma connaissance, dans la technique histologique) donne, en le traitant comme il a été dit, un précipité rougeâtre légèrement soluble dans l'eau ; la solution aqueuse de ce précipité peut même donner une coloration très élective des fibres élastiques. La solution alcoolique est de beaucoup préférable, on doit donc laver rapidement et à froid le précipité, le sécher et le dissoudre ensuite dans l'alcool acidifié ; il est d'ailleurs inutile d'avoir une solution très concentrée. Une coloration de 20 à 30 minutes faite avec cette solution donne une couleur rouge aux fibres élastiques, très solide à l'alcool. Les préparations que l'on obtient par cette méthode sont même supérieures comme beauté et comme pureté à celles que donne la safranine de Minervini.

i) La *tropéoline* donne aussi un précipité qui, en solution alcoolique, colore en jaune foncé les fibres élastiques, la durée de la coloration est de 6 à 12 heures, et l'on a en même temps une teinte jaune du fond et particulièrement des noyaux.

La préparation de la matière colorante ne demande pas de précautions spéciales, elle a en solution une couleur brunâtre.

Mes essais ont porté sur beaucoup d'autres couleurs, telles que : le bleu d'aniline, le bleu Victoria, le vert de méthyle, le vert solide 3 B, le brun de

---

1. Unna, *Notiz betreff. Tänzer'sche, etc...* (*loc. cit.*).

Bismarck, l'alizarine, l'aurantia, l'orange G, le soudan..... J'ai même recherché l'action du perchlorure de fer sur des matières très différentes de constitution, telles, par exemple, l'éosine, le carmin, l'hématoxyline. J'ai obtenu ainsi des résultats très variables, médiocres, mauvais, voire même absolument négatifs.

Différentes raisons m'ont fait rejeter les colorants ainsi obtenus : les dérivés du bleu d'aniline, du bleu Victoria n'ont pas d'électivité spéciale et colorent tout ; d'autres, comme ceux de l'alizarine et de l'aurantia, ne colorent rien ; d'autres enfin, comme ceux du vert de méthyle, sont insolubles dans l'eau, l'acétone et l'éther, etc..... Certaines couleurs, comme l'orange G en combinaison avec le fer, donnent une teinte jaunâtre trop faible aux fibres élastiques et ont été rejetées pour cette raison.

Il est beaucoup de couleurs que je n'ai pas essayées et qui, sans nul doute, donnent des résultats, variables avec chacune d'elles ; nous pensons d'ailleurs que, connaissant la composition chimique d'une matière colorante, on peut prévoir les résultats que l'on obtiendra et que l'on peut de ce fait dégager de cette étude une loi générale que nous essaierons de tirer ci-après.

Au point de vue pratique, voici une liste de colorants qui, traités par le procédé de Weigert, sont très maniables et d'une électivité parfaite ; je résume ici leurs propriétés tinctoriales en ajoutant les résultats de Weigert et de Minervini à ceux que j'ai obtenus.

Les fibres élastiques sont colorées :

1° En bleu noir par la fuchsine ;

2° En bleu plus clair par le violet de méthyle 5 B, le violet dahlia, la thionine, le bleu de méthylène, le bleu de toluidine ;

3° En rouge par la safranine, le rouge d'acridine ;

4° En rouge brun par l'orcéine ;

5° En jaune par la tropéoline, le jaune métanile.

Nous avons également cherché à obtenir des doubles colorations et nous avons vu que les différents tons que donnent le rouge d'acridine, la safranine, l'orcéine peuvent s'allier avec des colorations à l'hématéine, hématoxyline, bleu de méthylène, etc., tandis que les bleus plus ou moins foncés obtenus avec la fuchsine, le violet 5 B, la thionine, etc., seront employés avec avantage si l'on veut faire agir l'éosine, le carmin, la fuchsine acide, la safranine. Le jaune dérivé de la tropéoline [1] trouvera aussi son indication comme jusqu'ici l'acide picrique.

Il est intéressant de rechercher la nature et les propriétés chimiques des colorants nouveaux que nous avons obtenus. Nous partons en effet de corps dont la constitution est excessivement différente.

---

1. La tropéoline sera même remplacée avec avantage par d'autres colorants dont le caractère basique est plus accentué.

Les uns sont des dérivés du triphénylméthane (rosaniline) : fuchsine, rouge d'acridine, violet 5 B ; d'autres dérivent des azines : safranine ; d'autres sont des oxyazoïques : tropéoline. En sorte qu'il est impossible de voir quelque chose de commun dans leur formule de constitution qui explique leur affinité pour le tissu élastique après combinaison avec le fer ; mais ce qui frappe c'est que les seules matières qui donnent la réaction sont les matières colorantes *basiques*.

M. Sisley a bien voulu nous aider de sa compétence en pareille matière et voici les conclusions qu'une étude chimique rapide nous a permis de dégager :

De toutes les couleurs artificielles essayées, les seules capables de donner la réaction sont les matières colorantes basiques, et l'on remarque que plus le caractère basique de la couleur est prononcé, plus l'affinité du colorant qui en dérive est grande.

Au point de vue chimique les essais faits avec le colorant dérivé de la fuchsine, par exemple, montrent que la résorcine n'entre pas dans la constitution de la couleur. On peut avec de mauvais rendements obtenir le même colorant avec fuchsine et chlorure ferrique, mais une partie de la fuchsine est détruite par suite d'une oxydation plus avancée. Le but de la résorcine, qui peut être remplacée par d'autres corps, entre autres le phénol ordinaire, serait de s'oxyder elle-même plus vite que la fuchsine, et d'empêcher une altération de la couleur par une suroxydation.

L'étude sommaire de la couleur démontre que c'est le sel ferreux d'un produit d'oxydation de la fuchsine. Nous nous proposons d'étudier la constitution de cette couleur.

Ces recherches d'ordre purement chimique ne peuvent influencer en aucune façon nos résultats techniques ; et ils nous permettent de formuler cette loi générale :

Les matières colorantes artificielles basiques sont susceptibles de se combiner avec le fer pour donner une nouvelle matière colorante qui a la propriété de se fixer avec d'autant plus d'élection sur les éléments élastiques adultes que le caractère basique de la couleur primitive est plus prononcé.

Nous nous bornons ici à énoncer cette loi, simple résultat de nos expériences, sans vouloir envisager ses conséquences ni la discuter.

Enfin nous sommes heureux, en terminant notre premier mémoire, de remercier M. le professeur Renaut, qui a bien voulu nous admettre dans son laboratoire, nous aider de ses conseils et de ses encouragements ; M. le professeur agrégé Regaud, qui ne nous a ménagé ni son temps, ni son expérience, ni ses conseils, et enfin M. Sisley, qui a bien voulu mettre à notre disposition sa compétence en matière chimique.

LES
SEGMENTS A CELLULES VIBRATILES
DU TUBE URINIFÈRE DES OPHIDIENS

PAR

CL. REGAUD et A. POLICARD

(*Travail du Laboratoire d'Histologie de la Faculté de médecine de Lyon.*)

I. — Renseignements techniques.

Nos recherches ont porté sur trois espèces de Colubridés : *Tropidonotus viperinus, Tropidonotus natrix, Zamenis viridiflavus.* Les dispositifs histologiques qui font l'objet de la présente note sont identiques chez ces trois espèces, d'ailleurs voisines.

La dissociation du rein frais dans l'eau salée à 8 p. 1 000 nous a permis de constater l'ordre de succession des divers segments qui composent le tube urinifère, et d'étudier les mouvements des cils vibratiles.

Comme fixateurs, nous avons utilisé les mélanges bien connus de Tellyesniczky, de Bouin et de Lenhossék. Les deux premiers nous ont donné de bons résultats, et le troisième, des résultats médiocres.

Les coupes (paraffine, — épaisseur 5 à 10 μ) ont été colorées — pour l'étude des cellules ciliées — par l'hématéine et la safranine (après fixation par le mélange de Tellyesniczky), par l'hématoxyline ferrique (procédé de Heidenhain) et par une méthode de Benda au violet de méthyle.

II. — Ordre de succession des divers segments qui composent le tube urinifère.

La première description du tube urinifère des Serpents est celle d'Heidenhain [1] (1874). Elle est sommaire, mais exacte en ce qui concerne la succession des segments. Heidenhain distingue :

1° Un segment cilié court, initial, succédant à la capsule périglomérulaire ;

2° Un segment long et contourné, à cellules granuleuses ;

3° Un segment cilié, succédant immédiatement au tube contourné ;

4° Un segment pourvu de cellules basses, non ciliées ;

5° Un segment très gros, spécial aux Ophidiens, possédant des cellules cylindriques à sécrétion granuleuse ;

---

1. R. Heidenhain, Mikroskopische Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Nieren (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd X, 1874, voy. p. 27, Die Niere der Ringelnatter).

6° Un segment terminal court, par lequel le tube urinifère débouche dans le tube collecteur.

Récemment M. Tribondeau[1], qui ne cite pas Heidenhain, distingue dans le tube urinifère de *Tropidonotus viperinus* et de *Vipera aspis* « les mêmes segments que dans le rein des Mammifères ; leurs proportions seules diffèrent » : 1° un *collet* ; 2° un *tubulus contortus* ; 3° une *anse de* Henle ; 4° un *canalicule de* Schweigger-Seidel (gros tube, à hautes cellules cylindriques) ; 5° un *canalicule d'union*.

Nous avons vérifié, par la méthode des dissociations, l'ordre de succession des segments indiqué par Heidenhain et nous l'avons trouvé parfaitement exact. Nous adopterons donc la division du tube urinifère des Ophidiens en six segments, auxquels nous appliquerons la nomenclature suivante : 1° *segment cilié initial ;* 2° *segment à bordure en brosse*[2] ; 3° *segment cilié intermédiaire ;* 4° *segment grêle non cilié ;* 5° *gros segment préterminal ;* 6° *segment terminal.*

Nous ne souscrivons pas à l'opinion de M. Tribondeau pour les raisons suivantes : 1° M. Tribondeau passe sous silence[3] les deux segments ciliés, dont la connaissance est pourtant fort ancienne ; 2° l'homologation de la partie du tube urinifère des Ophidiens comprise entre le segment à bordure en brosse et le gros segment préterminal, à l'anse de Henle des Mammifères ne paraît pas suffisamment légitimée. Cette partie comprend, chez les Ophidiens, deux segments distincts : l'un, cilié, qui n'a pas d'homologue connu chez les Mammifères, l'autre non cilié, qui a bien une certaine ressemblance avec le tube de Henle, mais en diffère par des détails structuraux notables, et n'est pas disposé en anse ; 3° Il n'y a pas d'autre raison que l'analogie de situation par rapport au segment terminal, qui permette d'homologuer le gros segment préterminal des Ophidiens au tube intermédiaire de Schweigger-Seidel des Mammifères. Il est certes bien permis d'établir des comparaisons entre les tubes urinifères des Serpents et des Mammifères ; mais, en l'absence de données tout à fait certaines sur la structure et surtout sur les fonctions des diverses parties de ces tubes, il y a lieu de s'en tenir à des définitions qui ne préjugent de rien.

---

1. Tribondeau, Le tube urinifère des Serpents contient trois espèces distinctes d'épithélium sécréteur (*C. R. de la Société de Biologie*, 7 juin 1902).

2. Dans une note communiquée à la *Société de Biologie*, le 28 décembre 1901, sur la sécrétion rénale, nous avons consacré quelques lignes au rein des Serpents. C'est par erreur que nous dîmes alors que le tube urinifère des Serpents ne contient pas de segment à bordure en brosse. Il y a bien un segment à bordure en brosse, mais celle-ci est peu développée.

3. Deux communications de M. Tribondeau à la *Société Linnéenne de Bordeaux* ne nous sont pas parvenues. Nous ne faisons allusion qu'aux communications de M. Tribondeau à la *Société de Biologie*.

III. — La structure des segments ciliés.

Observations antérieures sur les cils vibratiles du rein des Serpents. — On connaît depuis très longtemps l'existence de cellules à cils vibratiles dans le rein des Vertébrés. C'est Bowman [1] (1842) qui les a observés pour la première fois chez la Grenouille.

Kölliker [2] (1845) les a vus vibrer chez le Lézard.

Simon (cité par Milne-Edwards [3]) les a vus chez les Serpents.

Remak [4] les a vus dans le rein d'embryons de Lézard. D'après lui, les cils existeraient dans toute la longueur du tube urinifère.

Leydig [5] les décrit chez les Sauriens et les Tortues. Il cite (sans indications) Busch comme ayant fait la même observation chez les Serpents. La figure 229 de son *Traité d'histologie* (traduction française, 1866) représente deux canalicules débouchant d'une même capsule, chez la Tortue grecque. « Chez les Poissons, toutes les cellules, à l'exception de celles qui revêtent la capsule du glomérule, sont vibratiles ; chez les Reptiles, le *col* et le premier tiers (?) du canalicule sont seuls vibratiles. Les cils sont d'une longueur considérable, notamment chez les Sélaciens; mais en général chaque cellule paraît n'être pourvue que d'un cil... »

Heidenhain (1874) ne cite pas les observations antérieures. Il indique le premier la localisation exacte des cils.

Il n'a été publié jusqu'à présent, à notre connaissance, aucune description cytologique des cellules ciliées du rein des serpents.

Recherches personnelles. — Le segment cilié initial est très court ; le segment cilié intermédiaire est au contraire assez long. Abstraction faite de leur topographie, dont nous ne nous occuperons pas pour le moment, ils ne méritent pas des descriptions séparées, car leur structure est à peu près identique.

Ce sont des tubes de forme extérieure cylindrique, et dont la lumière est circulaire.

L'épithélium est formé de cellules prismatiques basses, toutes égales en hauteur, dont quelques-unes seulement portent des cils, et toutes semblables

---

1. Bowman, *Philosophical Transactions*, 1842.

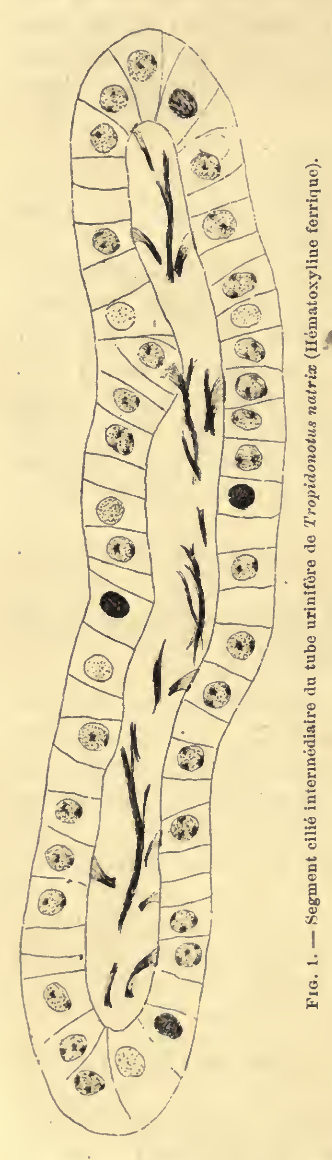
2. Kölliker, Ueber Flimmerbewegungen in der Primordialnieren (*Müller's Archiv*, 1845, p. 518).

3. Milne-Edwards, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparées*, t. VII, p. 315.

4. Remak, Ueber Wimperbewegung in den Kanälchen des Wolff'schen Körpers bei Eidechsenembryonen (*Froriep's Neue Notizen*, 1845, t. XXXVI, p. 308).

5. Leydig, *Traité d'Histologie*, trad. franc., 1866.

par leurs autres caractères. Leur noyau occupe une position centrale; il est sphérique et sans plis; la chromatine y est déposée sous forme de croûtelles sous la membrane nucléaire. L'hématéine-safranine (après fixation par le bichromate de potasse additionné d'acide acétique) et l'hématoxyline ferrique permettent de constater des variations de chromaticité. Le protoplasma ne contient pas de grains colorables par ce dernier réactif; mais l'hématoxyline au cuivre (après fixation par le bichromate de potasse additionné d'acide acétique) y décèle quelques vésicules de sécrétion semblables à celles qui existent en abondance dans le tube contourné à bordure en brosse. Examiné à l'état frais, le segment cilié intermédiaire montre une petite quantité de granulations d'un jaune verdâtre, de même aspect que celles qui existent en grand nombre dans le segment à bordure en brosse. Ces grains jaune verdâtre ne se rencontrent pas dans le segment cilié initial. Dans le segment cilié intermédiaire, nous n'avons pas pu déterminer si ces grains existent dans les deux sortes de cellules, ciliées et non ciliées, ou seulement dans ces dernières.


Fig. 1. — Segment cilié intermédiaire du tube urinifère de *Tropidonotus natrix* (Hématoxyline ferrique).

Dans le segment intermédiaire (*fig. 1*), la proportion des cellules ciliées par rapport aux autres est d'environ un sixième. Ce chiffre moyen n'a guère d'importance, car les cellules ciliées ne paraissent pas régulièrement équidistantes les unes des autres, soit qu'on étudie des coupes de rein fixé colorées (*fig. 1*), soit qu'on observe le tube urinifère frais et vivant. Dans le segment initial, les cellules ciliées se succèdent à intervalles moindres.

Les cils vibratiles sont longs et volumineux. Ils sont tous infléchis dans le même sens, et il est facile de se convaincre que, dans le segment cilié initial, ce sens est celui du courant de l'urine. Les cils, vivants ou fixés par les réactifs, sont toujours infléchis comme s'ils étaient couchés par le courant urinaire, à la manière des herbes aquatiques dans un ruisseau. Exceptionnellement, nous avons vu des cils *vibrer*

dans la cavité capsulaire; nous n'avons pas pu nous rendre compte si, dans ces cas, les cils appartenaient à des cellules de l'épithélium capsulaire ou s'ils avaient été retournés par la dissociation. Nos observations sont en opposition avec celles de Leydig et de Heidenhain.

Dans la figure à laquelle nous avons fait allusion plus haut, Leydig représente les cils vibratiles dirigés vers le glomérule. Heidenhain, à propos des segments ciliés de la Grenouille et du Triton (segments ciliés qui présentent, affirme-t-il, la même disposition que chez les Serpents), dit que l'extrémité libre des cils lui a paru dirigée toujours en amont de la cellule, vers la capsule. Chez la Lamproie, M. Renaut a vu et figuré une partie des cils du segment initial dirigés vers la capsule; sur nos coupes de rein de Lamproie, nous avons confirmé ce fait, en le restreignant aux premiers cils seulement, c'est-à-dire à ceux qui sont le plus rapprochés de l'origine du tube. Chez les Ophidiens, nos observations sont formelles en ce qui concerne le segment initial : sauf les rares exceptions signalées plus haut, les cils sont couchés dans le sens du courant.

Les cils sont indépendants les uns des autres; chacun d'eux vibre individuellement. Sur les coupes de rein fixé, ils ne sont pas agglutinés en flammes ou en pinceaux, comme chez la Lamproie.

Ainsi que l'a affirmé Leydig, il n'y a qu'un cil par cellule. Mais c'est un cil *composé*. L'origine et la constitution de ces cils rappellent exactement les observations que nous avons faites chez la Lamproie.

Le cil émerge du pôle libre de la cellule au niveau d'une zone circulaire (zone ou cercle d'émergence) semée de points équidistants (corpuscules basaux) inclus dans le mince plateau cuticulaire qui termine la cellule. Chaque corpuscule basal est le point d'attache d'une fibrille très fine. Ces fibrilles convergent les unes vers les autres, en formant un cône court aplati et rubané peu colorable par l'hématoxyline ferrique (contrairement aux corpuscules basaux et au cil proprement dit (*fig. 2*).

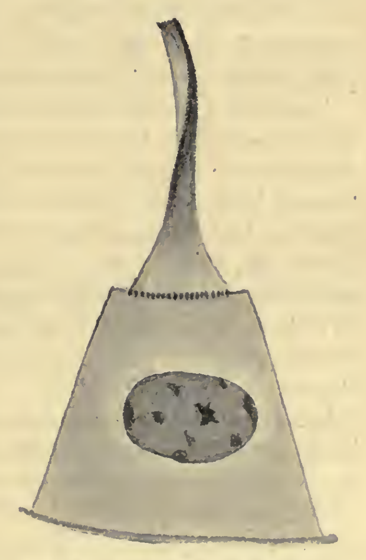


Fig. 2. — Une cellule ciliée du rein de *Tropidonotus natrix* (Hématoxyline ferrique).

L'axe du cône d'émergence est fréquemment dans le prolongement de celui de la cellule; d'autres fois il est incliné sur la cellule. En tout cas, le cil proprement dit est toujours couché sur l'épithélium, parfois même en contact avec les cellules voisines; chez la Lamproie, au contraire, les cils

occupent le centre du tube. La situation excentrique des cils se voit bien sur les coupes transversales (*fig. 3*).

Lorsque les cellules ciliées sont coupées perpendiculairement à leur implantation (*fig. 2*), les corpuscules basaux forment une rangée continue, linéaire. Ils sont parfaitement distincts les uns des autres.



Fig. 3. — Segment cilié, *Tropidonotus natrix*, coupe transversale du tube. Trois cils vibratiles coupés en travers.

Entre le noyau et la zone d'émergence du cil, nous n'avons pu voir aucune différenciation du protoplasma et pas de centrosomes.

Plusieurs fois nous avons dissocié dans de l'eau salée à 8 p. 1 000 des fragments de rein frais de *Tropidonotus natrix* et de *Zamenis*, dans le but d'observer les mouvements des cils. La dissociation est facile, car les tubes urinifères adhèrent peu les uns aux autres. Les mouvements des cils sont très aisément observables, et, à cet égard, le rein des Serpents nous paraît être un objet de démonstration précieux.

Lorsqu'on a poussé la dissociation assez loin pour que les tubes urinifères soient bien séparés les uns des autres, et nagent pour ainsi dire librement dans le sérum artificiel, les mouvements ciliaires sont énergiques et se maintiennent longtemps (à condition de border la préparation avec de la paraffine, pour empêcher l'évaporation). Si au contraire on n'a fait qu'une dissociation insuffisante, et qu'on observe des segments ciliés encore engagés dans une masse d'autres tubes, les mouvements ciliaires sont faibles et cessent bientôt. La richesse en oxygène du milieu ambiant, et la facilité plus ou moins grande du renouvellement de ce gaz paraissent être la raison principale de ces différences.

Lorsqu'on observe les mouvements des cils dans un tube entier, même lorsque ces mouvements sont très énergiques, on se convainc aisément que les cils sont infléchis dans le même sens et ne se retournent jamais. Le retournement leur est rendu difficile ou impossible par ce fait que leur longueur égale cinq à dix fois le diamètre intérieur du tube.

Le mouvement des cils consiste en une ondulation comparable à celle d'un Serpent qui serait immobilisé par une de ses extrémités, et chercherait à se dégager, ou encore à celle d'un spermatozoïde dont la tête serait solidement fixée et dont la queue battrait perpétuellement le liquide ambiant.

Lorsqu'on observe un tube qui a été déchiré de façon à permettre aux cils de vibrer librement dans le liquide additionnel, les mouvements sont extrêmement énergiques et plus facilement observables. On constate alors que le

cil n'est mobile qu'à partir du sommet du cône d'émergence. L'agitation provoquée et entretenue par le mouvement ciliaire dans le liquide qui remplit le tube urinifère suffit à faire tourbillonner les grains de sécrétion sphériques échappés du gros segment préterminal et ayant reflué dans le segment cilié intermédiaire.

Dans les préparations fraîches bordées à la paraffine et conservées à la température du laboratoire, les mouvements des cils persistent pendant plusieurs heures. Leur intensité ne s'atténue que peu à peu ; les mouvements ondulatoires perdent de leur vitesse et de leur amplitude, en même temps ils deviennent discontinus. Lorsqu'en examinant la préparation avec un objectif à très court foyer on vient à provoquer un traumatisme dans la région des cils qu'on observe, les mouvements de ceux-ci s'arrêtent parfois brusquement.

A l'état frais et lorsqu'ils ont perdu leurs mouvements, les cils sont assez difficiles à distinguer.

Documents bibliographiques relatifs aux cils composés. — Abstraction faite de la queue des spermatozoïdes qui, depuis les travaux bien connus de Jensen et de Ballowitz, doit être considérée comme un cil vibratile composé, il existe peu d'autres exemples connus de cils ainsi constitués. Voici le résultat de nos recherches bibliographiques, encore incomplètes.

D'après Engelmann[1], les cellules épithéliales (l'auteur veut parler probablement des cellules ectodermiques) des embryons de Bivalves portent des cils composés, et la membrane ondulatoire des Infusoires ciliés peut être considérée comme formée de cils agglutinés. Les membranes ramantes des Cténophores, d'après Chun[2], Samassa[3], Vignon[4], seraient aussi dans ce dernier cas. Chez un Cténophore également (*Callinira bialata*), Vignon décrit comme composés les cils coniques du bourrelet formant les champs polaires près de l'organe apical, et ceux de l'organe apical lui-même.

Chez tous les Vertébrés, les cellules des taches et des crêtes acoustiques portent des cils composés. Chez les Cyclostomes, ces cils sont mobiles (Leydig[5], Renaut[6]) ; chez les autres Vertébrés, ils sont immobiles (Kölliker, Ranvier, Fürst[7], etc.).

---

1. Engelmann, Article : *Cils vibratiles,* du *Dictionnaire de physiologie* de Richet.

2. Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel (*Fauna und Flora*. Neapel, 1880).

3. Samassa, Zur Histologie der Ctenophoren (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd XL, 1892).

4. Vignon, Recherches de cytologie générale sur les épithéliums (*Arch. de zool. expérim. et gén.,* 3e série. t. IX, 1901).

5. Leydig, *Traité d'Histologie,* trad. franc., 1866.

6. Renaut, *Traité d'Histologie pratique,* t. II, fasc. 2, p. 1209.

7. Fürst, Haarzellen und Flimmerzellen (*Anat. Anzeiger,* 1900, Bd 18, p. 190).

D'après Studniçka[1], les cellules épendymaires des Cyclostomes porteraient de longs cils agglutinés en faisceaux.

Nous avons décrit nous-mêmes[2], dans les plus grands détails, les cils vibratiles composés et fasciculés du segment initial du tube urinifère de la Lamproie.

Des cellules à cils vibratiles sont connues dans le rein des Poissons, des Amphibiens et des Reptiles. Des recherches personnelles encore inédites nous permettent d'affirmer que les cils vibratiles du tube urinifère de *Bufo vulgaris*, *Bombinator igneus* et *Trito cristatus*; ont la même disposition et la même structure que chez les Ophidiens. La nature composée des cils urinaires, chez les Vertébrés appartenant à ces trois Classes, est donc une loi générale.

Relativement au rôle des cellules ciliées du tube urinifère de la Lamproie, nous avons émis l'hypothèse que le faisceau ciliaire résultant de l'accolement des cils vibratiles jouerait un rôle dans la *régulation* du courant urinaire. Il ne paraît pas possible d'assigner, même hypothétiquement, aux cils vibratiles du rein des Ophidiens une fonction semblable. Il y a lieu, d'ailleurs, de remarquer que, si la structure de ces cils est la même, leur disposition dans le tube est notablement différente chez la Lamproie et chez les Serpents.

1. Studniçka, Ueber Flimmer- und Cuticularzellen (*Sitz. ber. der k. böhm. Gesellsch. der Wissensch.*, 1899).

2. Regaud et Policard, Étude sur le tube urinifère de la Lamproie (*C. R. de l'Association des Anatomistes*. Montpellier, 1902, p. 245).

NOTE

SUR

L'ORGANE PARASYMPATHIQUE DE ZUCKERKANDL[1]

PAR MM.

BONNAMOUR
PRÉPARATEUR

PINATELLE
PRÉPARATEUR ADJOINT

DU LABORATOIRE D'HISTOLOGIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LYON

Historique. — L'année dernière, au quinzième congrès de l'*Anatomische Gesellschaft* tenu à Bonn (26-29 mai 1901), ZUCKERKANDL a signalé deux petits organes, situés dans le plexus sympathique de l'aorte abdominale, différents des ganglions lymphatiques voisins, et constants chez l'embryon et le nouveau-né. Il les avait trouvés 64 fois sur 64 cas examinés (37 embryons et 27 nouveau-nés). Il les a appelés *organes parasympathiques*, à cause de leur rapport avec le sympathique (*Nebenorgane des Sympathicus*).

Il en a indiqué soigneusement l'anatomie macroscopique, la situation exacte et les rapports. Au point de vue de leur structure, ces organes possèdent des cellules chromophiles (se colorant en jaune par les sels de chrome). A cause de cette réaction colorante que HENLE a montrée depuis longtemps comme spéciale aux cellules médullaires des capsules surrénales, ZUCKERKANDL rapproche ces organes des corps suprarénaux des Sélaciens, et est tenté de les considérer comme des capsules surrénales accessoires.

Recherches personnelles. — Dans le but de vérifier les faits publiés par ZUCKERKANDL et d'étudier ce nouvel organe, nous avons examiné systématiquement 32 cadavres de fœtus, de nouveau-nés ou d'enfants âgés de quelques mois et même de quelques années, morts à l'hôpital de la Charité de Lyon. Toutes les fois, nous avons vérifié au microscope la nature de l'organe recueilli : sur 32 cas, 31 fois nous avons constaté une structure particulière, indiquant qu'on avait bien affaire à un organe spécial et non à un ganglion lymphatique ou sympathique. Une fois seulement, le microscope nous a montré la structure d'un ganglion lymphatique ordinaire, mais il est à remarquer qu'il s'agissait d'un *enfant de 5 ans,* mort de méningite tuberculeuse ; ce cas n'infirme donc nullement la constance de l'organe chez le fœtus. Nos

---

1. Nous sommes heureux de remercier ici M. le professeur RENAUT, qui a bien voulu nous aider de ses conseils, et M. le professeur agrégé REGAUD, à qui nous devons l'idée première de ce travail. Nous remercions également notre ami et camarade DUBREUIL, à qui sont dus les dessins de ce mémoire.

32 cas se répartissent ainsi : 4 fœtus de 5, 7 et 8 mois, 6 prématurés ayant vécu un certain nombre de jours, 13 nouveau-nés à terme, soit mort-nés, soit ayant vécu quelques jours, 6 enfants âgés de 2 à 19 mois, enfin 3 enfants âgés de 5 et 6 ans.

Conformation générale. — Dimensions. — Nous pouvons confirmer pleinement les conclusions de Zuckerkandl, au moins au point de vue anatomique. Les chiffres que nous indiquons comme dimensions de ces organes ne diffèrent que très peu de ceux que cet auteur leur assigne.

Ce sont de petits corps allongés, plus ou moins aplatis, le plus souvent ovoïdes, quelquefois réniformes, un peu effilés à leurs extrémités. Leur couleur est gris clair, parfois légèrement rosée ; elle est plus grise que celle des ganglions lymphatiques voisins ; leur consistance est également bien inférieure à celle de ces derniers.

Leur diamètre longitudinal, parallèle à l'axe du corps, est le plus considérable. Pour Zuckerkandl, leur longueur oscille entre 8 et 20 millimètres à droite, 3 et 15 millimètres à gauche. D'après nos mensurations, nous avons obtenu, comme chiffres extrêmes : 3 et 30 millimètres à droite, 5 et 25 millimètres à gauche ; comme chiffres moyens, de 8 à 16 millimètres à droite, de 6 à 12 millimètres à gauche. L'organe gauche est donc ordinairement plus petit que le droit. Le diamètre transversal est beaucoup moindre que le diamètre longitudinal : il varie de 2 à 7 millimètres à droite, de 1 à 4 millimètres à gauche. Dans un cas, l'organe droit était très petit (3 millimètres sur 1 1/2) ; dans un autre, il manquait même totalement.

Assez souvent (14,8 p. 100 des cas pour Zuckerkandl, d'après nos recherches 6 fois sur 32 = 18,75 p. 100) les deux organes sont réunis l'un à l'autre par un isthme réunissant leurs extrémités supérieures. Il passe devant la face antérieure de l'aorte et au-dessus de la naissance de l'artère mésentérique inférieure. Il mesure de 3 à 5 millimètres de hauteur et donne à l'organe la forme soit d'un fer à cheval, soit d'un H plus ou moins régulier. Plus rarement on peut rencontrer un des organes bilobé, ou leur division en deux ou trois fragments. Zuckerkandl signale également l'existence de prolongements de l'isthme pouvant atteindre la veine rénale gauche.

Rapports. — Les organes parasympathiques sont en rapport direct avec l'aorte, soit collés contre ses bords latéraux, soit plaqués contre sa face antérieure, ou ne la débordant pas, ou s'en écartant de 1 à 2 millimètres. Ils sont situés symétriquement de chaque côté de l'émergence de l'artère mésentérique inférieure ; cette artère naît le plus souvent au niveau du milieu de l'organe droit ou à l'union de son tiers supérieur et de son tiers moyen, au niveau du tiers supérieur ou du milieu de l'organe gauche. Quelquefois les deux sont placés d'une façon absolument symétrique de chaque côté de l'ar-

tère ; d'autres fois elle naît au-dessous ou au-dessus de l'un ou l'autre des organes. Lorsque l'isthme existe, elle passe sous lui comme sous un pont. Ce rapport de l'organe de ZUCKERKANDL avec l'artère mésentérique inférieure est un des meilleurs points de repère pour sa découverte : après l'ouverture de l'abdomen, on recherche la mésentérique, on la lie à une certaine distance de l'aorte, on la sectionne au delà du fil et on résèque en même temps tout le paquet intestinal, pour n'avoir devant soi que la face antérieure de la colonne avec l'aorte. On n'a plus alors qu'à disséquer attentivement la naissance de la mésentérique pour trouver ces petits organes, qui, par leur couleur, leur consistance et leur forme, se distinguent assez facilement des ganglions lymphatiques et sympathiques du voisinage.

L'extrémité supérieure de ces organes n'atteint pas ordinairement la naissance de l'artère spermatique ou ovarienne. Leur extrémité inférieure dépasse d'une façon variable la naissance de l'artère mésentérique inférieure. Elle est distante de la bifurcation de l'aorte de 1 à 15 millimètres à droite, de 3 à 20 millimètres à gauche, comme chiffres extrêmes, en moyenne de 7 à 10 millimètres à droite, de 5 à 8 millimètres à gauche. Dans 3 cas, l'organe gauche atteignait, par son extrémité inférieure, la bifurcation de l'aorte ; dans un autre, le droit la dépassait même de 1 millimètre. Les deux extrémités inférieures sont quelquefois séparées par un ganglion lymphatique. Le côté interne est situé un peu sur les côtés de l'émergence de la mésentérique, tantôt accolé à l'artère, tantôt séparé par un ou plusieurs millimètres. Le côté externe confine à droite au bord interne de la veine cave inférieure, à gauche atteint le bord externe de l'aorte ou la dépasse légèrement. Les deux organes recouvrent donc à ce niveau toute la face antérieure de l'aorte.

Ils sont en rapport immédiat avec le plexus sympathique, mais ces rapports diffèrent de ceux qu'affectent les ganglions nerveux avec les nerfs sympathiques. Les ganglions plexiformes siègent habituellement aux points nodaux du plexus nerveux. Les organes parasympathiques, comme le fait remarquer ZUCKERKANDL, se comportent différemment : ils n'ont aucune union solide avec les nerfs et sont très faciles à isoler de l'enveloppe nerveuse voisine. Les branches du plexus sympathique abdominal se croisent et s'entre-croisent autour des organes : elles forment autour d'eux une véritable coque nerveuse. ZUCKERKANDL signale même des ganglions plexiformes typiques en rapport avec eux : un en particulier, ou quelquefois deux, situés sur leur face postérieure, soit sur les bords, soit au milieu, le plus souvent à l'extrémité supérieure, plus rarement à l'extrémité inférieure.

Nous indiquons dans le tableau suivant les différentes dimensions que nous avons trouvées dans 31 de nos cas, soit pour l'organe droit, soit pour l'organe gauche, avec le niveau de la naissance de l'artère mésentérique inférieure, la distance de l'extrémité inférieure à la bifurcation de l'aorte, ainsi que leur forme générale.

NUMÉROS.	SEXE.	AGE.	ORGANE DROIT			
			Longueur.	Largeur.	Naissance de l'artère mésentérique inférieure.	Distance de la bifurcation de l'aorte.
			millim.	millim.		
1	Féminin . . .	14 mois	30	3	Entre le tiers supérieur et le tiers moyen.	»
2	Masculin . . .	15 jours, prématuré syphilitique.	10	3	Au milieu.	»
3	Féminin . . .	16 jours, prématuré. . . .	14	2	A 1 millimètre au-dessous. . . .	5 millimètres.
4	Masculin . . .	17 jours, à terme	8	3	Au milieu.	8 — .
5	Féminin . . .	7 jours, prématuré. . . .	12	2	Au milieu.	3 — .
6	Masculin . . .	23 jours	14	2 1/2	»	1 — .
7	Féminin . . .	1 jour	6	2	Au milieu.	2 — .
8	Féminin . . .	5 ans, méningite tuberculeuse.	21	3	»	15 — .
9	Féminin . . .	2 mois 1/2, à terme, syphilitique.	18	2	»	7 — .
10	Masculin . . .	1 mois 1/2, à terme . . .	17	2	Entre son tiers supérieur et son tiers moyen.	Descendu à 1 mi limètre *au-de sous*.
11	Masculin . . .	5 jours, à terme.	7	3 1/2	Au milieu.	8 millimètres.
12	Féminin . . .	Mort-né, à terme.	12	3	Au milieu.	3 — .
13	Masculin . . .	Fœtus 7 mois	7	4	Au milieu.	2 — .
14	Masculin . . .	Fœtus 7 mois	7	3	Au milieu.	2 — .
15	Féminin . . .	7 jours, prématuré . . .	11	3	Au milieu.	7 — .
16	Masculin . . .	2 mois, prématuré. . . .			Manque.	
17	Féminin . . .	10 jours, prématuré. . . .	8	2	A l'union du tiers moyen et du tiers inférieur.	7 — .
18	Masculin . . .	5 ans, bronchopneumonie.	10	2	A l'extrémité supérieure.	10 — .
19	Masculin . . .	18 jours, à terme.	12	6	Au milieu.	2 — .
20	Masculin . . .	8 jours, prématuré (huitième mois).	7	3	Au milieu.	3 — .
21	Masculin . . .	20 jours, à terme.	3	2	Au milieu.	7 — .
22	Féminin . . .	7 jours, à terme.	9	2	Au niveau du tiers supérieur. . .	1 — .
23	Masculin . . .	19 mois	20	2	Au niveau de son tiers inférieur .	7 — .
24	Masculin. . . .	25 jours	3	1 1/2	4 millimètres au-dessus	3 — .
25	Masculin . . .	17 jours, à terme.	10	3	Au milieu.	5 — .
26	Masculin . . .	6 ans, diphtérie	22	2	Au niveau de son tiers supérieur.	4 — .
27	Masculin . . .	3 mois, à terme	11	2	Au niveau de son tiers inférieur .	7 — .
28	Masculin . . .	Fœtus, 5 mois	12	3	Au milieu.	10 — .
29	Masculin . . .	14 jours	24	2	Au niveau de son tiers inférieur .	6 — .
30	Féminin. . . .	3 mois	8	2	Au niveau de son tiers supérieur.	8 — .
31	Masculin . . .	15 jours	11	2 1/2	Vers l'extrémité supérieure . . .	3 — .

ORGANE GAUCHE.				ISTHME.	FORME GÉNÉRALE.
Lon-gueur.	Lar-geur.	Naissance de l'artère mésentérique inférieure.	Distance de la bifurcation de l'aorte.		
millim.	millim.				
9	3	7 millimètres au-dessus. .	20 millimètres. .	»	Droit : ruban allongé; gauche : ovoïde.
8	3	Au milieu	»	»	Deux masses ovoïdes symétriques.
10	1	Comme à droite	5 millimètres. .	»	Droit : masse lobuleuse ; gauche : filiforme.
7	2	A son tiers inférieur . . .	8 — . .	»	Masses ovoïdes et symétriques.
5	3	Vers son extrémité supérieure.	4 — . .	»	Droit : cylindre allongé ; gauche : ovoïde. Débordant l'aorte de 1 millimètre de chaque côté.
11	2	»	3 — . .	3 millim. Pont au-dessus de la mésentérique.	Masse unique en fer à cheval.
6	2	A son tiers inférieur . . .	3 — . .	»	Masses réniformes et symétriques.
16	4	»	15 — . .	4 millim. Pont au-dessus de la mésentérique.	Masse unique en fer à cheval.
25	2	»	Descend jusqu'au niveau de la bifurcation.	»	Deux cordons allongés sur les faces latérales de l'aorte.
6	3	Au niveau de son extrémité supérieure.	5 millimètres. .	»	Droit : allongé ; gauche : ovoïde.
11	4	A son quart supérieur . .	3 — . .	»	Masses ovoïdes.
11	3	Au milieu	3 — . .	»	Masses allongées, un peu aplaties ; droit : bilobé.
8	3	A l'extrémité inférieure. .	7 — . .	»	Masses ovoïdes et granuleuses.
14	3	Entre le tiers moyen et le tiers inférieur.	Descend jusqu'au niveau de la bifurcation.	»	Droit : ovoïde et réniforme, bilobé ; gauche : allongé.
14	3	Au milieu	5 millimètres. .	»	Masses allongées et rubanées à peu près symétriques.
7	4	Au milieu	13 — . .	»	Gauche : unique. Masse multilobée.
11	2	Au milieu	4 — . .	»	Allongés.
8	3	A l'extrémité supérieure.	12 — . .	»	»
10	2	Au milieu	Descend jusqu'au niveau de la bifurcation.	5 millimètres de hauteur.	Masse unique en fer à cheval.
8	3	Au niveau du tiers supérieur.	1 millimètre . .	2 millim. de haut. Naît à 1 millimètre des extrémités supérieures.	Masse unique en H.
10	3	Id.	3 — . .	»	Masses granuleuses.
6	2	Au milieu	4 — . .	3 millimètres de hauteur.	Masse unique en fer à cheval.
15	3	Au niveau de son quart inférieur.	6 millimètres. .	»	Latéraux. 1 ganglion lymphatique entre leurs deux extrémités inférieures.
10	1 1/2	Au milieu	5 — . .	»	Droit : très petit ; gauche : allongé, fusiforme.
8	3	Au milieu	6 — . .	»	Un peu latéraux.
18	3	Au niveau de son tiers inf.	15 — . .	»	Très latéraux.
9	3	Vers son extrémité infér.	10 —	»	Masses granuleuses.
5	3	Au milieu	8 — . .	»	Dépassent de deux millimètres le bord aortique.
6	2	Au milieu	12 — . .	»	Droit : très allongé ; gauche : ovoïde.
12	2 1/2	Au milieu	7 — . .	»	Allongés et à peu près symétriques.
20	3	Au milieu	5 — . .	4 millimètres de haut ; oblique, va de l'extrémité supérieure du droit au milieu du gauche.	Masse unique en H irrégulier, l'isthme recouvrant la naissance de la mésentérique.

Vaisseaux. — Les organes parasympathiques sont riches en vaisseaux. Les artères sont relativement grosses ; elles proviennent de l'aorte ou de l'artère mésentérique inférieure. Même sur des organes non injectés, on distingue aisément, en les écartant légèrement de l'aorte, une branche artérielle entourée plus ou moins de tractus conjonctifs venant de la tunique externe et constituant un véritable petit pédicule reliant les petits corps à l'aorte ou à la mésentérique. Cette branche artérielle naît de l'aorte ordinairement juste au-dessous de la naissance de la mésentérique. Dans quelques cas, on peut voir une petite branche de l'artère spermatique ou ovarienne aborder l'extrémité supérieure de l'organe. Lorsque l'isthme existe, il est irrigué par une branche de l'artère mésentérique inférieure.

Les veines sont assez développées. Elles se jettent à gauche dans la veine rénale, la veine spermatique ou ovarienne, ou dans une veine urétérale. A droite, elles vont s'ouvrir dans la veine cave inférieure.

Nerfs. — Étant donnés les nombreux nerfs qui entourent ces organes, il est certain qu'ils doivent avoir un riche plexus nerveux à leur intérieur ; mais, comme Zuckerkandl, nous n'avons jamais vu de cordons nerveux y pénétrer ; nous n'y avons pas vu non plus de cellules sympathiques. Quant au plexus lui-même, nous n'avons pas encore eu à notre disposition le matériel nécessaire pour l'étudier.

Structure. — Ayant recueilli la plupart de nos matériaux dans le formol pour l'examen macroscopique, nous n'avons pu encore avoir des pièces suffisamment bien fixées, pour avoir une idée absolument satisfaisante des corps de Zuckerkandl. Néanmoins, nous relaterons ici les quelques observations que nous avons pu faire à ce sujet, d'autant plus qu'à ce point de vue nous différons complètement de l'opinion de Zuckerkandl lui-même.

Si l'examen macroscopique nous a montré déjà un organe particulier, l'examen histologique nous révèle en outre une structure bien spéciale, et qui ne rappelle en rien ni les capsules surrénales, ni les ganglions lymphatiques.

Les corps de Zuckerkandl sont entourés par une gaine conjonctive très nette, contenant de nombreux vaisseaux et nerfs. Cette gaine est interrompue au niveau de l'entrée des artères et des veines ; souvent même, on peut voir un véritable hile.

Les artères, après leur entrée, s'y résolvent en une grande quantité de capillaires qui, comme le dit Zuckerkandl, forment l'architecture interne de ces organes. Les capillaires circonscrivent des mailles d'autant plus nombreuses et d'autant plus larges, que le sujet est moins âgé : chez le fœtus, l'organe a un véritable aspect spongieux, chez le nouveau-né le tissu est plus dense, plus compact. Les capillaires limitent dans leurs intervalles des espaces de diverses formes, arrondis ou ovales, où prend place un tissu cons-

titué par des cellules stellaires à prolongements rameux, anastomosés les uns avec les autres sur des plans différents, formant des sortes de cordons ou de travées cellulaires, mais sans séparation nette des cellules les unes avec les autres. Le protoplasma est granuleux, fibrillaire, très délicat ; de nombreuses granulations fines sont mises en évidence, sur des préparations fixées au liquide de TELLYESNICZKY et colorées à l'hématoxyline ferrique. Les noyaux sont très nombreux, arrondis, vésiculeux, à contours nets, quelques-uns allongés, incisés, ou plus ou moins déformés, quelques autres volumineux ; tous se colorent assez vivement et sont pourvus d'un réseau assez abondant de chromatine. On peut rencontrer quelques divisions directes de ces noyaux ; mais nous n'avons jamais vu de mitoses.

On trouve, en outre, de nombreuses cellules conjonctives, avec quelques fibres élastiques, surtout autour des gros vaisseaux, beaucoup de leucocytes mononucléaires et polynucléaires ; le bleu de toluidine met également en évidence un certain nombre de basophiles. Enfin on remarque une certaine quantité de globules rouges à l'intérieur même du tissu ; ces globules rouges sont plus ou moins déformés, peu colorés ; peut-être s'agit-il là d'hématies en voie de destruction ?

Développement. — ZUCKERKANDL a pu étudier le développement de ces organes sur quatre embryons humains ; et d'après ses observations il croit pouvoir en faire une différenciation de la formation des ganglions plexiformes sympathiques. Mais les faits ne sont pas encore assez nombreux pour permettre une opinion sûre à ce sujet.

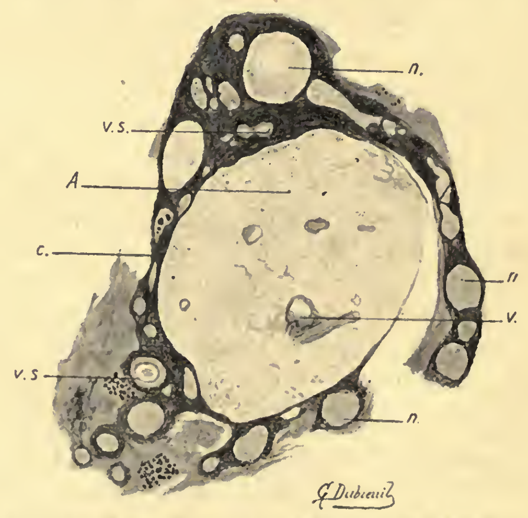
Évolution. — ZUCKERKANDL n'a plus retrouvé, chez l'adulte, que des rudiments de ces organes. Il est donc certain qu'ils régressent après la naissance. Nous avons vu que chez le fœtus ils étaient comme spongieux, les capillaires étaient plus nombreux et plus larges ; chez le nouveau-né, le tissu devient plus dense. Chez des enfants âgés de plusieurs mois et jusqu'à 5 et 6 ans, nous les avons retrouvés avec les mêmes caractères qu'à la naissance. Cependant dans un cas, chez un enfant de 5 ans, mort de méningite tuberculeuse, l'organe, qui était très net, qui possédait même un isthme, nous a présenté au microscope la structure d'un ganglion lymphatique. Faut-il voir là une transformation qui se produirait au bout d'un certain temps ? Ce seul et unique cas ne nous permet pas de conclure.

Nature. — Tout récemment, un auteur allemand, BIEDL, à la Société des médecins de Vienne du 17 mai 1902, a fait connaître les résultats de ses recherches sur la physiologie des corps de ZUCKERKANDL. Il a vu que l'extrait aqueux de ces organes possédait la même action physiologique que l'extrait de capsules surrénales : injecté dans les veines, il détermine une élévation de la pression sanguine et un ralentissement du pouls. Leur rôle serait donc

de régulariser la pression sanguine. Admettant l'opinion émise par ZUCKERKANDL, il en fait des capsules surrénales accessoires dont la fonction serait limitée à la vie embryonnaire, et qui seraient remplacées ensuite par les vraies capsules surrénales.

Quoi qu'il en soit de ces expériences physiologiques, nous ne croyons pas avoir affaire ici à une capsule surrénale. Tout d'abord l'opinion de BIEDL est contraire à ce que l'on sait sur les capsules surrénales qui sont relativement plus développées chez le fœtus et surtout chez l'embryon que chez l'adulte, et qui sont, à cette période de la vie, en plein fonctionnement. De plus, la structure de l'organe de ZUCKERKANDL ne rappelle en rien celle ni de la substance corticale, ni de la substance médullaire de la capsule surrénale.

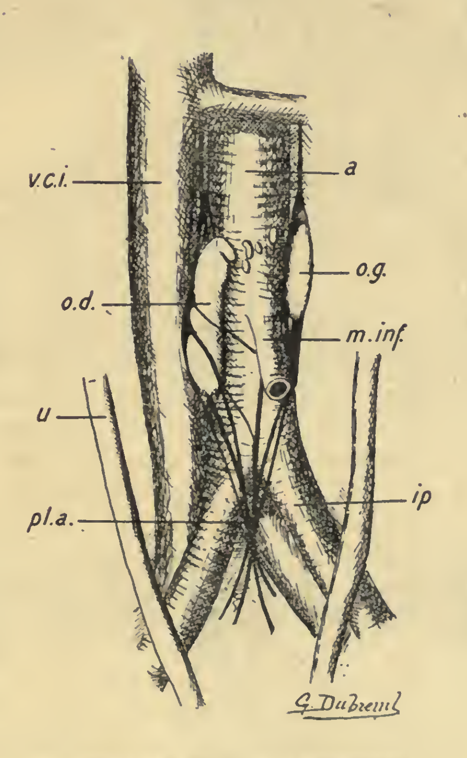
Conclusions. — 1° Il existe sur la face antérieure de l'aorte abdominale, symétriquement de chaque côté de l'émergence de l'artère mésentérique inférieure, et au milieu du plexus sympathique aortique, deux petits corps constants chez le fœtus et le nouveau-né : les organes parasympathiques de ZUKERKANDL. 2° Ils sont différents, par leur forme, leur couleur, leur consistance et leur structure, des ganglions lymphatiques et sympathiques voisins. 3° Leur structure est également différente de celle du thymus ou des capsules surrénales. 4° Ils régressent au bout d'un certain temps après la naissance ; chez l'adulte on n'en trouve plus que des rudiments. 5° Ce sont des organes spéciaux, autonomes, dont la structure fine, les fonctions, de même que l'anatomie comparée sont encore inconnues et demandent de nouvelles recherches.



Coupe transversale de l'organe parasympathique de ZUCKERKANDL. Dessin à la chambre claire de LEITZ. Objectif REICHERT 1 *a* (très faible grossissement et ensuite réduction de 1/3).

A, organe parasympathique ; *c*, capsule fibreuse ; *v*, vaisseau à l'intérieur de l'organe ; *vs*, vaisseau sanguin dans l'épaisseur de la capsule ; *nn*, nerfs.

PLANCHE I.



Organe parasympathique d'un nouveau-né

d'après ZUCKERKANDL.

a, aorte; *ip*, iliaque primitive; *m.inf*, artère mésentérique inférieure; *v.c.i*, veine cave inférieure; *pl.a*, plexus aortique; *u*, uretère; *o.g*, organe parasympathique gauche; *o.d*, organe parasympatique droit. Entre les deux, quelques petits organes parasympathiques.

PLANCHE II.

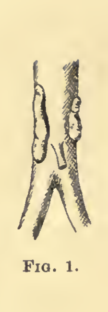

FIG. 1.


FIG. 2.


FIG. 2.


FIG. 4.


FIG. 5.


FIG. 6.


FIG. 7.


FIG. 8.

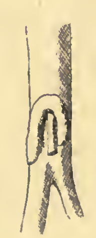

FIG. 9.


FIG. 10.


FIG. 11.


FIG. 12.

G. Dubreuil del.

NOTES

SUR

LA SPERMATOGÉNÈSE DES REPTILES

LE SYNCYTIUM NOURRICIER DE « LACERTA MURALIS »

Par A. POLICARD

PRÉPARATEUR ADJOINT D'HISTOLOGIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LYON

Les recherches ont porté sur des testicules de *Lacerta muralis* capturés en mai et juin, aux environs de Lyon. Les tubes séminifères portaient tous des spermatozoïdes mûrs.

La technique est la même que celle employée par REGAUD [1] pour l'étude de la spermatogénèse chez le Rat.

I. — Constitution générale de l'Épithélium séminal.

Les tubes séminifères ont un diamètre beaucoup plus grand que ceux des Mammifères ou des Oiseaux.

Ils présentent à considérer : une lumière centrale et un épithélium reposant sur une membrane conjonctive.

La lumière contient des spermatozoïdes en train de s'éliminer ; on peut aussi y voir par places des fragments d'épithélium disloqué. Je ne puis encore dire s'il s'agit d'un phénomène normal, semblable à ce que décrit LOISEL [2] chez le Moineau, ou, au contraire, d'un phénomène anormal comme REGAUD [3] l'a décrit chez le Rat.

L'épithélium comprend plusieurs couches de cellules qui sont superposées dans l'ordre suivant : contre la membrane, des spermatogonies ; plus au centre, des spermatocytes ; puis des spermatides disposées en plusieurs couches ; tout à fait en dedans, des spermatozoïdes à des degrés divers d'évolution. Ces cellules sont groupées suivant un certain nombre de combinaisons.

Ces éléments séminaux sont plongés dans une substance qui présente tous

---

1. REGAUD, Études sur la structure des tubes séminifères et la spermatogénèse chez les Mammifères (*Arch. d'Anat. micros.*, t. IV, p. 104, 1901).

2. LOISEL, Études sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique (*Journal de l'Anat. et de la Phys.*, t. XXXVI, 1900, et XXXVII, 1901).

3. REGAUD, Notes sur la spermatogénèse chez les Mammifères. 4e communication préliminaire (*Bibl. Anat.*, t. VII, p. 96, 1899).

les caractères du protoplasma et qui possède des noyaux (noyaux de Sertoli) rejetés à la périphérie de l'épithélium.

Il n'y a donc pas jusqu'ici de grandes différences entre l'épithélium séminal du Lézard et celui d'un Mammifère (du Rat par exemple). Cependant, tandis que chez le Rat l'épithélium d'un même tube présente, sur une coupe transversale, généralement le même aspect, chez le Lézard il existe sur la coupe transversale d'un même tube plusieurs combinaisons cellulaires différentes.

Mais ce qui est assez caractéristique, c'est la présence, dans l'épithélium séminal du Lézard, de très grandes vacuoles. Ces vacuoles ne sont pas des artifices de préparation dus à une mauvaise fixation qui aurait disloqué l'épithélium. L'emploi de méthodes fixatrices convergentes permet de l'affirmer. Ces vacuoles ont un contenu liquide demeurant absolument incolore. Comme jamais on n'y rencontre de corps figurés, il est probable qu'elles ne proviennent pas de la dégénérescence des cellules. Leur contour est net, très souvent sinueux.

II. — Le syncytium.

a) **Le protoplasma dépendant des noyaux de Sertoli possède-t-il des limites cellulaires?** — Chez le Lézard adulte, la question est facilement tranchée. Jamais on n'observe de cloisons dans ce protoplasma. On a donc affaire ici à un syncytium. L'examen de préparations par l'hématoxyline ferrique après fixation par les mélanges osmiques permet de voir des contours bien nets aux éléments séminaux, mais rien dans la substance protoplasmique qui les sépare.

Ce syncytium est-il secondaire? Provient-il de la fusion de cellules d'abord bien individualisées, comme, par exemple, LOISEL[1] l'admet pour le Moineau? N'ayant pas encore étudié l'histogénèse du testicule de *Lacerta,* il m'est impossible de trancher cette question.

b) **Structure du syncytium.** — Dans les préparations faites par l'hématéine safranine, le protoplasma syncytial se colore en rose, comme celui des cellules séminales. Il ne s'agit pas d'une substance plus ou moins amorphe. Le protoplasma est granuleux, surtout au voisinage des vacuoles. Dans la couche génératrice, il présente une disposition filamenteuse assez confuse. Cette disposition s'exagère légèrement au moment de la fasciculation des spermies; mais elle n'est jamais aussi accentuée que chez certains Mammifères.

Chez le Lézard, la fasciculation n'est, d'ailleurs, qu'à peine esquissée.

---

1. LOISEL, Études sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique (*Journal de l'Anat. et de la Phys.,* t. XXXVI, 1900, et XXXVII, 1901).

III. — Produits d'élaboration du syncytium.

Chez les Reptiles comme chez les Mammifères (Rat par exemple), on rencontre dans l'épithélium séminal : 1° de la graisse ; 2° un produit de sécrétion colorable par l'hématoxyline cuprique.

Les caractères généraux de ces produits d'élaboration seront seuls étudiés. Leurs variations au cours de la spermatogénèse seront ultérieurement indiquées.

a) **La graisse.** — Pour l'étudier, on se sert de testicules fixés par les mélanges osmiques et montés, sans coloration, dans la glycérine.

La graisse est en général peu abondante. Elle se présente sous forme de grains, petits, réguliers, jamais fusionnés en amas mûriformes.

On la rencontre :

Dans le syncytium, surtout dans la couche génératrice ; elle existe cependant en petite quantité dans les travées interséminales ;

Dans les lobes protoplasmiques des spermies à partir d'un certain stade.

On voit donc qu'à part sa présence entre les spermatides, chez le Lézard, la graisse présente les mêmes dispositions que chez le Rat.

b) **Le produit de sécrétion colorable par l'hématoxyline cuprique.** — En 1900, Regaud [1] mit en évidence dans l'épithélium séminal du Rat un produit de sécrétion colorable par l'hématoxyline cuprique [2]. Chez les Mammifères, Regaud [3] a trouvé ce produit chez la Souris, le Lapin, le Hérisson, le Chien, le Chat, le Porc, l'Homme. Chez les Oiseaux, le même auteur [4] l'a trouvé récemment chez le Moineau. Parmi les Poissons, nous avons pu le déceler chez la Raie [5].

---

1. Regaud, La sécrétion liquide de l'épithélium séminal. Son processus histologique (*C. R. de la Société de Biologie,* 3 nov. 1900).

2. Voir la note 1 ci-dessus.

3. En dehors du testicule, un produit de sécrétion semblable (au point de vue histochimique, sans rien préjuger de sa nature physiologique) a été décelé dans les *cellules interstitielles* du testicule (Regaud, *C. R. de la Société de Biologie,* 28 décembre 1901), dans l'*épididyme des Mammifères* (Regaud, *C. R. de la Société de Biologie,* 3 novembre 1900), dans l'*ovaire des Mammifères* (Regaud et Policard, *C. R. du IIIe congrès de l'Association des Anatomistes,* Lyon, 1901), dans les *cellules du canalicule urinifère* (Regaud et Policard, *C. R. de la Société de Biologie,* 28 décembre 1901), dans la *capsule surrénale des Mammifères* (S. Bonnamour, *C. R. du IVe Congrès de l'Association des Anatomistes,* Montpellier, 1902).

4. Regaud, Phénomènes de sécrétion de l'épithélium séminal du Moineau (*Bibl. Anat.,* t. X, fasc. 4., 1902).

5. Policard, Constitution lympho-myéloïde du stroma conjonctif du testicule des jeunes Rajidés (*C. R. de la Société de Biologie,* 8 février 1902).

Chez les Reptiles, j'ai pu le mettre en évidence dans le testicule des espèces suivantes : *Tropidonotus natrix, Tropidonotus viperinus, Zamenis viridiflavus, Lacerta muralis.* L'étude en sera faite chez ce dernier type seulement.



Fig. 1. — Produits de sécrétion dans l'épithélium sémiual du Lézard.

V, vacuoles de l'épithélium; Se, noyaux de Sertoli; Sp, spermatogonies; C, spermatocytes; S, S', spermies.

Fixation par le liquide de Tellyesniczky. Coloration par l'hématoxyline cuprique.

Chez *Lacerta muralis*, le produit de sécrétion se présente sous forme :

1° De *grains* noirs, anguleux, colorés d'une façon homogène ;

2° De *petites vésicules* à parois uniformément colorées;

3° De *grosses vésicules* à parois non uniformément colorées, semblables aux vésicules *grillagées* décrites chez le Rat par Regaud, vues ensuite par Broman [1] (*Korbbläschen*).

Grains et vésicules sont très irréguliers. Ils représentent deux formes d'un même produit. Celui-ci est d'abord sous figure de grains, puis sous celle de vésicules dont seule la périphérie se colore. (Peut-être ce qui se colore n'est-il que la couche de protoplasma contiguë à la vésicule?) Les petites vésicules en confluant les unes dans les autres constituent des amas mûriformes.

Ce produit de sécrétion se rencontre :

1° Dans le syncytium, soit au niveau de la couche génératrice (grosses vésicules mûriformes), soit dans les travées interséminales;

2° Dans le protoplasma des spermies à partir d'un certain stade.

Il ne se rencontre jamais dans les spermatogonies ni les spermatocytes. On n'en trouve pas non plus dans la lumière du tube.

---

1. Broman, Ueber gesetzmässige Bewegungs- und Wachstumserscheinungen (Taxis und Tropismenformen) der Spermatiden, ihrer Centralkörper, Idiozomen und Kerne (*Arch. f. mikr. Anat.*, Bd 9, 1901).

Cette description est très générale. En réalité, le produit de sécrétion, comme la graisse, varie de quantité et de situation suivant les différentes phases du mouvement spermatogénétique. La connaissance de ces variations permettra d'élucider le rôle de cette sécrétion. Ce point sera l'objet d'un travail ultérieur.

IV. — Noyaux du syncytium. (Noyaux de Sertoli.)

Ces noyaux sont toujours placés dans la région la plus périphérique de l'épithélium, soit plaqués contre la membrane, soit, du moins, tout près de celle-ci.

Ce qui frappe de prime abord, c'est leur irrégularité. En dehors des fentes et cloisons que nous étudierons tout à l'heure, leur forme est extrêmement variable et échappe à toute description précise. Ils sont en quelque sorte *moulés* sur les cellules voisines.

Est-ce là une déformation purement passive du noyau de Sertoli, plastique, poussé et comme manié de tous côtés par les cellules séminales ? Est-ce là, au contraire, une déformation *active* liée à des échanges nutritifs importants entre syncytium et élément séminal (REGAUD) ?

Je crois que chez le *Lacerta muralis* ces deux facteurs participent tous deux à la genèse des déformations du noyau ; mais le second paraît prédominant.

On doit étudier successivement la membrane, le caryoplasma, le nucléole, le corpuscule central, les amitoses des noyaux de Sertoli.

a) **Membrane.** — Colorée en violet pâle par l'hématéine, elle est lisse, régulière sur sa face externe en rapport avec le syncytium. Elle donne, par sa face interne, insertion au réseau de linine.

Cette membrane est toujours bien nette ; on n'observe jamais de noyaux de Sertoli semblant dégénérer comme TELLYESNICZKY [1] en aurait trouvé.

La membrane envoie dans l'intérieur du noyau des cloisons et des plis à doubles parois. Les premières sont beaucoup plus nombreuses que les seconds. Ces cloisons et ces plis divisent le noyau en plusieurs lobes extrêmement irréguliers. Le grand nombre de ces formations donne aux noyaux de Sertoli de *Lacerta muralis* une forme très caractéristique. Le noyau de Sertoli du Cobaye, très irrégulier, s'en rapprocherait à ce point de vue.

Quelle interprétation donner à ces plis et cloisons ?

Deux hypothèses sont en présence :

1° Quelques-unes de ces formations correspondent à des amitoses ;

2° Ces formations sont en rapport avec la participation active du noyau aux

1. TELLYESNICZKY, Ueber die Sertoli'schen Zellen und Ebner'schen Spermatoblasten (*Verhand. des Anat. Gesellsch.*, Strasburg, 1894).

phénomènes sécrétoires qui se passent dans le syncytium ; elles ont en effet, pour résultat, d'augmenter la surface de contact (surface d'échanges) entre noyau et protoplasma (Regaud).

Chez le Lézard, le plus grand nombre de ces cloisons appartient à ce second groupe ; mais certaines, plus rares, correspondent à des amitoses (voir plus loin).

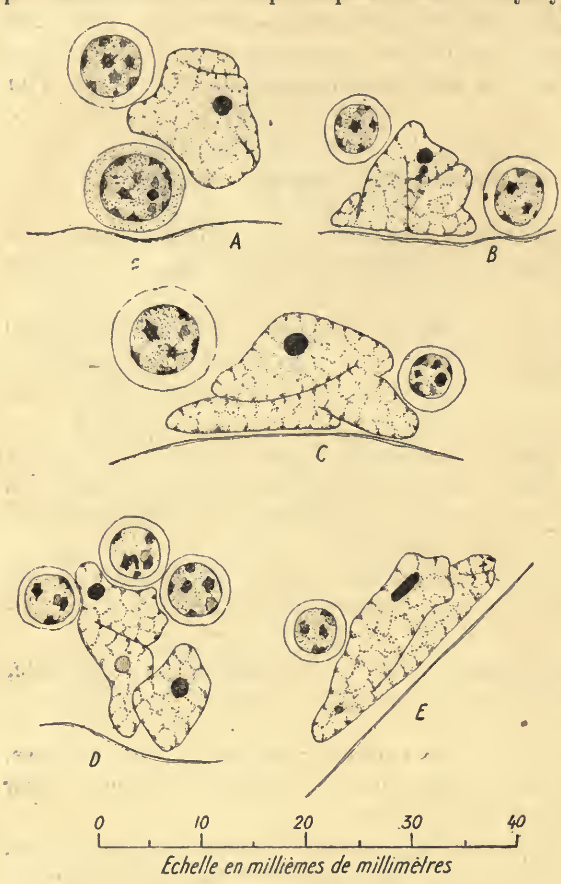


Fig. 2. — Esquisses de noyaux de Sertoli.

A, B, C, noyau avec un seul nucléole ; D, noyaux couplés ; l'un d'eux présente deux nucléoles ; E, noyau avec nucléole allongé.

Fixation par le liquide de Tellyesniczky ; coloration à l'hématéine safranine. Obj. à immers. homog. 3 millimètres de Zeiss. Oc. compensateur 12. Projection sur table.

b) **Caryoplasma.** — Le suc nucléaire est très peu colorable, d'où l'aspect clair caractéristique du noyau.

Il est parcouru par un réseau assez irrégulier de linine. L'hématoxyline au fer d'Heidenhain, la méthode de Benda[1] au violet de méthyle, décèlent dans ce réseau des granulations très petites, parfaitement sphériques. Ces granulations sont situées à la périphérie du noyau, au niveau des points d'insertion du réseau de linine sur la membrane.

On ne rencontre jamais de taches safranophiles plus ou moins diffuses comme Regaud en a signalé chez le Rat. Dans les préparations colorées par la méthode de Benda, le suc nucléaire est légèrement coloré en bleu pâle.

---

1. Tellyesniczky, Ueber den Bau des Eidechsenhodens (*Math. und Naturw. Berichten aus Ungarn*, Bd XIII, p. 303, 1897). Tellyesniczki prend comme type *Lacerta viridis* et *Lacerta agilis*.

c) **Nucléole.** — L'appareil nucléolaire est ici très simple. Il se compose d'un nucléole sphérique, occupant généralement une position excentrique. Quelques noyaux de Sertoli peuvent présenter deux et même trois nucléoles.

Dans les préparations à l'hématéine-safranine, ce nucléole est coloré en rouge vif par la safranine. Après l'hématéine seule, il est violet très pâle. L'hématoxyline ferrique le colore en noir, la méthode de Benda au violet de méthyle, en bleu vif. Il reste incolore après l'hématoxyline cuprique.

Quelquefois la coloration n'est pas homogène; le centre est plus clair. Ce n'est pas là un simple effet d'optique. Ce fait est quelquefois si accentué que le nucléole paraît comme une tache rose clair entourée par un anneau rouge vif. La méthode de Benda montre très nettement cette particularité fréquemment signalée du reste dans beaucoup de nucléoles.

Un vingtième des noyaux de Sertoli environ présente des nucléoles allongés en bâtonnets de 2 à 3 µ de long sur 1 à 1µ, 5 de large. Le plus souvent, ils sont droits, quelquefois cependant très légèrement incurvés. Ils se colorent d'une façon homogène.

Sont-ce des nucléoles en train de se diviser? La question ne peut être tranchée, car on n'observe pas de stades intermédiaires entre ces nucléoles en bâtonnets et un groupe de deux nucléoles sphériques.

d) **Corpuscule central.** — Sur des préparations colorées soit par l'hématoxyline ferrique soit par la méthode de Benda, on rencontre dans le syncytium, au voisinage du noyau, de petits grains fort nombreux; mais rien ne permet d'en prendre un et de le baptiser centrosome. Je ne puis donc confirmer les faits décrits par Schœnfeldt [1] chez le Taureau.

e) **Amitose des noyaux de Sertoli.** — Les auteurs refusent en général aux noyaux de Sertoli la possibilité de se diviser par amitose au cours de la spermatogénèse normale. Cependant chez *Lacerta muralis*, il existe manifestement des amitoses. La présence de *noyaux de Sertoli couplés* en est la preuve.

Tellyesniczky avait parfaitement vu des noyaux de Sertoli groupés deux par deux. Il rencontrait environ un de ces groupes pour dix noyaux simples. Dans le testicule de *Lacerta muralis*, on retrouve ces noyaux, un peu moins nombreux peut-être que ne l'indique Tellyesniczky. Chacun possède un ou plusieurs nucléoles. Une partie des plis des noyaux de Sertoli correspond donc bien à des amitoses.

Il faut noter un caractère important de cette division directe; c'est qu'elle donne naissance à deux noyaux de Sertoli identiques. Rien n'autorise jusqu'ici à admettre la transformation ultérieure d'un des noyaux-filles en noyau de la lignée séminale.

---

1. Benda, Arch. f. Anat. und Phys. (*Phys. Abth.*, 1901, fasc., 1. 2, p. 147, 157.)
2. Shœnfeldt, La Spermatogénèse chez le Taureau. (*Bibl. Anat.*, t. VIII, p. 74, 1900.)

V. — Origine du syncytium.

Pour Tellyesniczky, les cellules de Sertoli (*unregelmässige Wandzellen*) présentent tous les caractères de cellules en dégénérescence : leurs contours ont disparu ; leurs noyaux sont dégénératifs (irrégularité de forme ; faible colorabilité ; absence fréquente de contours nets ; existence d'amitose, division dégénérative d'après Vom Rath).

Tellyesniczky, d'autre part, a trouvé des intermédiaires entre les cellules de Sertoli et les cellules pariétales régulières (*regelmässige Wandzellen*, spermatogonies). Il fait dériver les premières des secondes. Les cellules de Sertoli seraient des spermatogonies en dégénérescence ; elles formeraient un syncytium dégénératif.

Qu'y a-t-il de fondé dans la théorie de Tellyesniczky ?

Si on examine un à un les faits qu'il a observés, on les trouve à peu près tous exacts ; mais leur interprétation est erronée. Cependant contrairement à Tellyesniczky, je n'ai jamais rencontré de noyau de Sertoli à membrane disparue. Toujours celle-ci paraît bien nette. Tellyesniczky avait peut-être eu affaire à des testicules où la spermatogenèse était sur le point de cesser ; ce qui expliquerait cette divergence d'observation.

L'irrégularité de forme du noyau, la présence de fentes et de plis ne sont pas nécessairement des signes de dégénérescence.

L'existence d'amitoses est bien réelle ; mais il serait exagéré d'attacher à toutes les amitoses la signification de glas funèbre de la cellule que lui attribuait Vom Rath.

Enfin, et c'est là l'objection capitale, cette substance intercellulaire a tous les caractères histologiques du protoplasma vivant.

VI. — Conclusions.

On peut donner les conclusions suivantes, concernant le *Lacerta muralis* :

1° Les éléments de la lignée séminale sont plongés dans un syncytium ;

2° Ce syncytium est doué d'une grande activité sécrétoire ; il élabore : *a*) de la graisse, *b*) un produit de sécrétion colorable par l'hématoxyline cuprique ;

3° Les noyaux de ce syncytium (noyaux de Sertoli) présentent les signes d'une participation active à la sécrétion (déformations, plis et fentes). Ils peuvent normalement se diviser par amitose ;

4° Le syncytium n'est pas du protoplasma en voie de dégénérescence ;

5° On voit qu'il existe une grande ressemblance entre le syncytium nourricier du Lézard, celui d'un Mammifère comme le Rat et celui d'un Oiseau comme le Moineau (Loisel, Regaud). Sauf quelques différences de détail, le fonctionnement de ce syncytium paraît identique chez les Mammifères, les Oiseaux et les Reptiles.

LA RÉDUCTION NUMÉRIQUE DES CHROMOSOMES DANS LA SPERMATOGÉNÈSE D'*HELIX POMATIA*

Par P. ANCEL

CHEF DE LABORATOIRE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

(*Travail du laboratoire d'anatomie.*)

Vom Rath et Bolles Lee, les deux auteurs qui se sont occupés de cette question de la réduction numérique des chromosomes dans la spermatogénèse d'*Helix*, ne sont pas d'accord. Pour vom Rath, la réduction numérique est réalisée dans deux divisions successives et le nombre des chromosomes de 48 passe à 12. Pour Bolles Lee, la réduction numérique n'existe pas, le nombre des chromosomes reste toujours égal à 24.

Vom Rath[1] observe dans les cellules sexuelles primordiales 24 chromosomes, nombre typique des chromosomes d'*Helix* d'après Platner. Avant la première division réductionnelle, le nombre des chromosomes de ces cellules sexuelles primordiales s'élève de 24 à 48. Puis ces 48 chromosomes s'unissent par groupes de quatre et se fusionnent enfin pour donner naissance à 12 chromosomes.

Bolles Lee[2] n'étudie pas les cellules sexuelles primordiales, craignant les confusions avec les ovogonies, ses recherches ne portent que sur les divisions des spermatogonies et des spermatocytes I et II. Dans ces trois générations successives d'éléments mâles les chromosomes sont toujours au nombre de 24. Bolles Lee s'étonne que vom Rath n'ait compté que 12 chromosomes dans les spermatocytes I. En effet, les chromosomes dans cet élément sont volumineux, bien séparés les uns des autres dans certaines phases de la division et l'on peut facilement se rendre compte qu'il y en a 24.

Le nombre des chromosomes se maintenant constant dans les cellules mâles étudiées par Bolles Lee, l'auteur conclut : « Il n'y a point de réduction numérique des chromosomes dans la spermatogénèse de l'*Helix pomatia*. »

Au cours d'un travail d'ensemble sur la glande hermaphrodite d'*Helix pomatia*, nous avons eu l'occasion de reprendre la question et nous sommes arrivé aux conclusions suivantes :

Le nombre typique des chromosomes de l'espèce n'est pas 24 comme

---

1. Vom Rath, Neue Beiträge zur Frage der Chromatinreduction in den Samen- und Eireife (*Archiv. fur mikr. Anatomie*. Bd XLVI, 1896).

2. Bolles Lee, Les cinèses spermatogénétiques chez l'*Helix pomatia* (*La Cellule*, t. XIII, F. 1, 1897).

l'admet PLATNER, mais 48. Les cellules sexuelles primordiales délaissées par BOLLES LEE possèdent elles aussi 48 chromosomes. Toutes les cellules mâles des générations suivantes en renferment 24. Il y a donc réduction numérique et cette réduction s'opère dans les spermatogonies. Jamais le nombre des chromosomes n'est réduit à 12.

Voici les faits sur lesquels nous nous appuyons :

Le nombre typique des chromosomes est de 48. — Il suffit pour s'en rendre compte d'étudier les premières divisions de segmentation de l'œuf, on y trouve toujours 48 chromosomes.

Les cellules sexuelles primordiales possèdent 48 chromosomes. — Ces cellules sont très volumineuses et les chromosomes faciles à compter, il nous faut seulement démontrer qu'elles sont bien les cellules mères des spermatogonies.

Un cul-de-sac hermaphrodite appartenant à une glande adulte possède la structure suivante : au centre et proéminent dans la lumière, on trouve uniquement des représentants des différentes générations de cellules mâles. Tout autour de ce groupe d'éléments mâles une couche unique mais continue de cellules nourricières ; en dehors de cette dernière une assise d'éléments indifférents ; enfin, çà et là, entre la couche de cellules nourricières et l'assise des éléments indifférents apparaissent des ovocytes. Les éléments mâles sont donc parfaitement séparés des cellules femelles par une barrière nourricière. L'étude des premières phases du développement de la glande génitale nous explique ces dispositions. Dans un cul-de-sac glandulaire très jeune, pris par exemple à un animal dans les quelques jours qui suivent l'éclosion, on ne trouve tapissant la paroi qu'une seule assise de cellules toutes semblables les unes aux autres. Un certain nombre de ces éléments indifférents se transforment en cellules sexuelles primordiales, puis celles-ci se divisent et à ce moment on peut compter les 48 chromosomes. Cette division donne toujours naissance à des spermatogonies qui se multiplient rapidement par division indirecte.

Tandis que se produisent ces transformations, les éléments qui constituent la couche indifférente augmentent de nombre et se disposent suivant deux assises, l'une centrale et l'autre périphérique appuyée contre la paroi du cul-de-sac hermaphrodite.

Tous les éléments de l'assise centrale se transforment en cellules nourricières.

Quelques éléments de l'assise périphérique donnent naissance aux ovocytes.

Tous les éléments mâles se trouvent ainsi situés en dedans de la couche des cellules nourricières et toutes les cellules femelles en dehors. Il n'est donc pas possible de confondre les cellules sexuelles primordiales avec les éléments femelles quel que soit le stade du développement de ces derniers.

Nous avons d'ailleurs montré dans une note précédente [1] quels sont les caractères cytologiques qui, en dehors de leur position, permettent de différencier facilement ces éléments les uns des autres. Il n'y a pas, comme le croyaient PLATNER [2] et OBST [3], d'ovogonies situées au milieu des spermatogonies. Les ovogonies ne sont pas primitivement situées dans les parties centrales du cul-de-sac et ne prennent pas secondairement une situation périphérique.

Les cellules femelles naissent dans les régions périphériques du cul-de-sac et y demeurent pendant tout le cours de leur développement.

Les cellules sexuelles primordiales sont donc facilement reconnaissables par l'époque de leur apparition, leur situation dans le cul-de-sac hermaphrodite et leurs caractères cytologiques. Ce sont des éléments qui peuvent être facilement reconnus en tant que cellules mâles et appartiennent à coup sûr à la lignée spermatogénétique. Ce sont les cellules souches de cette lignée : elles possèdent, comme nous l'avons vu, 48 chromosomes.

La réduction numérique s'opère dans les spermatogonies. — Tout à fait au début de la division de ces spermatogonies, on voit apparaître un grand nombre de filaments chromatiques plus ou moins incurvés qui prennent bientôt l'aspect d'anses grêles dont les bords libres viennent s'orienter vers le fond du noyau. Ces anses se serrent de plus en plus les unes contre les autres et se fusionnent plus ou moins complètement deux à deux. Elles donnent ainsi naissance à des anses plus volumineuses qui sont au nombre de 24. Quand cette fusion est opérée, les anses abandonnent leur orientation vers le fond du noyau et se répandent dans tout le champ nucléaire. En même temps, elles se raccourcissent et redressent leur courbure. Ainsi se constituent les chromosomes dont le nombre est naturellement de 24. La genèse de ces 24 chromosomes nous porte à les considérer comme bivalents.

Cette sériation des figures chromatiques réalisées au cours de la division des spermatogonies s'éloigne assez sensiblement de celle qu'en a donnée BOLLES LEE. Pour cet auteur on voit apparaître dans le noyau au repos 24 anses chromatiques qui, par scission longitudinale, donnent naissance à 48 anses grêles. Ces dernières s'éparpillent dans le noyau (phase d'éparpillement des anses), puis elles s'unissent deux à deux et de cette façon se constituent 24 chromosomes. La phase d'éparpillement des anses rendrait possible « une division réductionnelle de WEISMANN, mais qualitative seulement et

1. ANCEL, Sur les premières différenciations cellulaires dans la glande hermaphrodite d'*Helix Pomatia* (*Bibliographie anatomique,* t. XI, fasc. 1, 1902).

2. PLATNER, Zur Bildung der Geschlechtsproducte bei den Pulmonaten (*Archiv für mikr. Anatomie,* Bd XXVI, 1896).

3. OBST, Untersuchungen über das Verhalten der Nucleolen bei der Eibildung einiger Mollusken und Arachnoïden (*Zeitschrift für Wiss. Zool.*, Bd LXVI, 1899).

non quantitative en même temps. A notre avis, la figure qui montre les anses éparpillées n'est pas postérieure à celle qui nous les fait voir orientées vers le fond du noyau; elle est, au contraire, antérieure. La division des spermatogonies réalise donc une réduction chromatique mais seulement numérique.

*Le nombre des chromosomes dans les cellules mâles d'*Helix *ne descend jamais à 12.* — Il suffit, pour s'en convaincre, de compter ces chromosomes dans les spermatocytes I et II et dans les spermatides. Nous ne pouvons que nous étonner de l'affirmation de vom Rath.

En somme, nous opposons à vom Rath les deux observations suivantes : 1° le nombre typique des chromosomes est 48 et non pas 24; 2° les spermatocytes possèdent 24 chromosomes et non pas 12.

Contrairement à Bolles Lee nous affirmons : qu'il y a dans la spermatogénèse d'*Helix* des éléments mâles d'une génération antérieure à celle des spermatogonies et possédant des caractères nettement définis.

Ce sont les cellules sexuelles primordiales ou cellules progerminatives mâles, ainsi que nous les avons appelées dans une note précédente. Elles possèdent 48 chromosomes. Il y a donc une réduction numérique dans la spermatogénèse d'*Helix*.

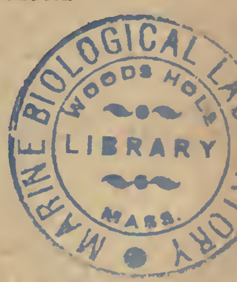
Le Directeur, Dr A. Nicolas.

BIBLIOGRAPHIE ANATOMIQUE

REVUE DES TRAVAUX EN LANGUE FRANÇAISE

ANATOMIE — HISTOLOGIE — EMBRYOLOGIE — ANTHROPOLOGIE





BIBLIOGRAPHIE

I. — OUVRAGES ET ARTICLES DIDACTIQUES

(Biographies — Revues)

1 — **Boule (M.).** — Les créatures géantes d'autrefois. — *Revue générale des sciences pures et appliquées*. Paris, 1902, n° 19, p. 903-915, avec 30 fig.

2 — **Chaine (J.).** — Constitution de la matière vivante. — *Travaux des Laboratoires de la Station zoologique d'Arcachon*. Année 1900-1901, p. 1-50, avec 41 fig.

3 — **Gedoelst (L.).** — Les champignons parasites de l'homme et des animaux domestiques. — *Guide technique de parasitologie végétale*. 1 vol. in-8, 199 p., avec 124 fig. 1902. Lierre, J. Van In et Cie; Bruxelles, H. Lamertin.

4 — **Hofmeister (F.).** — La chimie de la cellule. — *Revue générale des sciences pures et appliquées*. Paris, 1902, n° 15, p. 725-733.

5 — **Le Dantec (F.).** — L'unité dans l'être vivant. Essai d'une biologie chimique. — 1 vol. in-8 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*. Paris, F. Alcan, 7 fr. 50 c.

6 — **Poirier et Charpy.** — Traité d'anatomie humaine. — T. II, 4e fasc. : Les lymphatiques. — Anatomie générale : **G. Delamare.** Étude spéciale des lymphatiques des différentes parties du corps : **P. Poirier** et **B. Cunéo.** — 1 vol. in-8, 242 p., avec 116 fig. 1902. Paris, Masson et Cie, 8 fr.

II. — MÉTHODES TECHNIQUES

7 — **Allain (L.).** — Conservation des cadavres par le formol; avantages et inconvénients de la formolisation en toxicologie. — *Thèse de doctorat en médecine*. Bordeaux, 1902.

8 — **Aschoff.** — Microtome à congélation. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris*. 1902, n° 3, p. 313-315.

9 — **Bourquet (A.).** — Nouveau dispositif permettant d'éviter l'écrasement des préparations microscopiques par le fait de leur mise au point pratiquée avec les forts grossissements. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 1, p. 1-5, avec 2 fig.

10 — **Butza (J.).** — Un nouveau moyen pratique pour distinguer le sang de l'homme d'avec celui des animaux. — *Bulletin de la Société des sciences de Bucarest.* 1902, XI[e] année, n° 3, p. 316-318.

11 — **Cajal (R.).** — Préparations de système nerveux central. (Démonstrations et méthodes techniques.) — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes,* 4[e] session, Montpellier, 1902, p. 274-278.

12 — **Certes (A.).** — Présentation de préparations microscopiques. *Spirobacillus gigas* (Cert.) colorés vivants par le bleu de méthylène. — *Bericht über d. Verhandl. d. V. Internation. Zool. Cong.* Berlin, 1901, p. 420-422.

13 — **Cornil (V.).** — Technique de l'autopsie du cœur. — *La Semaine médicale.* Paris, 1902, n° 40, p. 321-323, avec 4 fig.

14 — **Dubreuil (G.).** — Recherches sur quelques nouveaux procédés de coloration des éléments élastiques dérivés de la méthode de Weigert. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 2, p. 112-118.

15 — **Letulle (M.).** — Autopsie des glandes surrénales. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 4, p. 341-342.

16 — **Picou (R.).** — De la méthode magnétique en anatomie. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 3, p. 308-313, avec 3 fig.

17 — **Reynès (H.).** — Sur un nouveau mode de conservation des pièces anatomiques par un mélange de sublimé et de formol. — *Marseille médical.* 15 avril 1902.

18 — **Villard.** — Note sur l'étude des fibres musculaires lisses, en particulier par deux nouvelles méthodes de coloration. — *Gazette médicale de Nantes.* 22 février 1902.

19 — **Weber (A.).** — Une méthode de reconstitution graphique d'épaisseurs et quelques-unes de ses applications à l'embryologie. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 1, p. 43-55, avec 14 fig.

III. — ÉLÉMENTS SEXUELS — SPERMATOGÉNÈSE — OVOGÉNÈSE

20 — **Ancel (P.).** — Les corps intracytoplasmiques dans l'ovocyte d'*Helix.* — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 27, p. 1049-1051.

21 — **Id.** — Sur les premières différenciations cellulaires dans la glande hermaphrodite d'*Helix pomatia.* — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 1, p. 17-20.

22 — **Id.** — La réduction numérique des chromosomes dans la spermatogénèse d'*Helix pomatia.* — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 2, p. 145-148.

23 — **Id.** — Sur le déterminisme cyto-sexuel des gamètes. Glandes génitales d'*Helix pomatia* sans ovocyte. — *Archives de zoologie expérimentale.* 1902, Notes et revue, n[os] 4-5, 7 p. avec 2 fig.

24 — **Ancel (P.).** — Sur les mouvements de la chromatine et les nucléoles pendant la période d'augmentation de volume de l'ovocyte d'*Helix*. — *Archives de zoologie expérimentale*. 1902. Notes et revue, nos 4-5, 5 p.

25 — **Bouin (P. et M.).** — Réduction chromatique chez les Myriapodes. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 74-78.

Branca. — Voir nos 26 à 30.

26 — **Félizet (G.) et Branca (A.).** — La spermatogénèse dans le testicule ectopique. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 25, p. 918-919.

27 — **Id.** — Origine des cellules interstitielles du testicule. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 25, p. 917-918.

28 — **Id.** — Sur la dégénérescence des cellules sertoliennes dans le testicule ectopique. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, n° 26, p. 962-963.

29 — **Id.** — Dégénérescence de la paroi propre et des cellules sertoliennes dans le testicule en ectopie. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 92-98, avec 3 fig.

30 — **Id.** — Recherches sur le testicule en ectopie. — *Journal de l'anatomie et de la physiologie*. Paris, 1902, n° 4, p. 329-142, avec 4 pl. et 11 fig. dans le texte.

31 — **Henneguy (F.).** — Sur la formation de l'œuf, la maturation et la fécondation de l'oocyte chez le *Distomum hepaticum*. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 128-131.

32 — **Hillairet.** — Sur le dernier terme de la copulation chez les Mammifères. — *Thèse de doctorat en médecine*. Bordeaux, 1902.

33 — **Léger (L.).** — Note sur le développement des éléments sexuels et la fécondation chez le *Stylorhynchus longicollis* F. St. — *Archives de zoologie expérimentale et générale*. Notes et revue, nos 4-5, 1902, 10 p.

34 — **Lerat (P.).** — La première cinèse de maturation dans l'ovogénèse et la spermatogénèse du *Cyclops strenuus*. — *Anatomischer Anzeiger*. 1902, Bd XXI, n° 15, p. 407-411, avec 4 fig.

35 — **Limon (M.).** — Étude histologique et histogénique de la glande interstitielle de l'ovaire. — *Archives d'anatomie microscopique*. Paris, 1902, t. V, fasc. 2, p. 155-190, avec 2 pl., et *Thèse de doctorat en médecine*. Nancy, 1902.

36 — **Loisel (G.).** — La sécrétion interne du testicule chez l'embryon et chez l'adulte. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1902, t. CXXXV, n° 4, p. 250-252.

37 — **Id.** — Sur l'origine embryonnaire et l'évolution de la sécrétion interne du testicule. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 26, p. 952-956, avec 3 fig.

38 — **Id.** — Sur le lieu d'origine, la nature et le rôle de la sécrétion interne du testicule. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 27, p. 1034-1038, avec 3 fig.

39 — **Loyez (Mlle M.).** — Note sur les transformations de la vésicule germinative des Reptiles. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session, Montpellier, 1902, p. 10-13.

40 — **Pérez** (Ch.). — Contribution à l'étude des métamorphoses. — *Thèse de doctorat de la Faculté des sciences de Paris.* 1 vol. in-8, 230 p., avec 3 pl. 1902. Lille, L. Danel impr.

41 — **Policard** (A.). — Notes sur la spermatogénèse des Reptiles. Le syncytium nourricier de *Lacerta muralis.* — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 2, p. 137-144, avec 2 fig.

42 — **Regaud** (Cl.). — Sur l'existence de cellules séminales dans le tissu conjonctif du testicule, et sur la signification de ce fait. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 22, p. 745-747.

43 — **Stephan** (P.). — Remarques sur la constitution de la vésicule germinative des Téléostéens. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences.* 30e session. Ajaccio, 1901, 1re partie, p. 145-146.

44 — **Id.** — A propos de l'hermaphrodisme de certains Poissons. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences.* 30e session. Ajaccio, 1901, 2e partie, p. 554-570, avec 4 fig.

45 — **Id.** — Sur le développement de la cellule de Sertoli chez les Sélaciens. — *Réunion biologique de Marseille* in *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 22, p. 773-775.

46 — **Id.** — L'évolution de la cellule de Sertoli des Sélaciens après la spermatogénèse. — *Réunion biologique de Marseille* in *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 22, p. 775-776.

47 — **Id.** — Sur la structure histologique du testicule du mulet. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 37-46, avec 6 fig.

48 — **Van der Stricht** (O.). — Les « pseudochromosomes » dans l'oocyte de chauve-souris. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 1-6.

49 — **Voïnov** (D. N.). — La spermatogénèse chez le *Cybister Roeselii.* — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 3, p. 201-202, et *Bulletin de la Société des sciences de Bucarest.* 1902, année XI, n° 4, p. 482-484.

IV. — EMBRYOGÉNIE — ORGANOGÉNIE — HISTOGÉNIE

50 — **Baumann** (M.). — Notes sur les premiers développements de l'appareil pulmonaire chez la couleuvre (*Tropidonotus natrix*). — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. X, fasc. 5, p. 304-311, avec 6 fig.

Brachet. — Voir n° 66.

51 — **Damas** (D.). — Recherches sur le développement des Molgules. — *Archives de biologie.* 1902, t. XVIII, fasc. 4, p. 559-664, avec 4 pl.

52 — **Delage** (Y.). — Les théories de la fécondation. — *Bericht über d. Verhandl. d. V. Internation. Zool. Cong.* Berlin, 1901, p. 121-140.

53 — **Id.** — L'acide carbonique comme agent de choix de la parthénogénèse expérimentale chez les Astéries. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 15, p. 570-573.

54 — **Denis (P.).** — Sur le développement de la vésicule auditive de *Vespertilio murinus*. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 158-167, avec 4 fig.

55 — **De Vriese (Mlle B.).** — Recherches sur l'évolution des vaisseaux sanguins des membres chez l'homme. — *Archives de biologie*. 1902, t. XVIII, fasc. 4, p. 665-730, avec 4 pl.

56 — **Eternod (F.).** — L'anse veineuse vitelline des Primates (Homme et Quadrumanes). — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 103-110, avec 2 fig.

57 — **Guignard (L.).** — Sur la double fécondation chez les Crucifères. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1902, t. CXXXV, n° 13, p. 497-499.

Henneguy. — Voir n° 31.

Léger. — Voir n° 33.

58 — **Loisel (G.).** — Sur les fonctions du corps de Wolff chez l'embryon d'Oiseau. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 26, p. 956-959, avec 1 fig.

59 — **Marchand (L.).** — Développement des papilles gustatives chez le fœtus humain. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 25, p. 910-912.

60 — **Mitrophanow (P.).** — Note sur le développement primitif de la caille (*Coturnix communis*, Bonn). — *Archives d'anatomie microscopique*. Paris, 1902, t. V, fasc. 2, p. 141-154, avec 11 fig. et 1 pl.

61 — **Prenant et Saint-Remy.** — Sur l'évolution des formations branchiales chez le lézard et l'orvet. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1902, t. CXXXV, n° 1, p. 62-63.

62 — **Renaut (J.).** — Sur la variation modelante des vaisseaux sanguins. La période des cellules vasoformatives et des taches laiteuses primitives. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 230-244, avec 3 fig.

Saint-Remy. — Voir n° 61.

63 — **Soulié (A.).** — Sur les premiers stades du développement de la capsule surrénale chez quelques Mammifères. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 67-73.

64 — **Id.** — Sur les premiers stades du développement de la capsule surrénale chez la Perruche ondulée. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 26, p. 959-960.

65 — **Id.** — Sur le développement de la capsule surrénale du 7e au 15e jour de l'incubation, chez la Perruche ondulée. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 26, p. 960-961.

66 — **Swaen (A.) et Brachet (A.).** — De la formation des feuillets dans le bourgeon terminal et dans la queue des embryons de Poissons téléostéens. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 139-157, avec 28 fig.

67 — **Tourneux (F.).** — Note sur le développement de la paroi primitive du thorax chez le lapin. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 168-174, avec 3 fig.

68 — **Tourneux** (F. et J.-P.). — Démonstration de « Préparations *in toto* d'embryons de Perruche ondulée, aux différents jours de l'incubation ». — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 280-281.

69 — **Trouessart** (E.). — Existence de la parthénogénèse chez le *Gamasus auris* Leidy, de l'oreille du bœuf domestique. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 23, p. 806-809.

70 — **Vialleton** (L.). — Sur le développement des muscles rouges chez quelques Téléostéens. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 47-53, avec 2 fig.

71 — **Viguier** (C.). — Influence de la température sur le développement parthénogénétique. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 1, p. 60-62.

72 — **Id.** — Sur la parthénogénèse artificielle. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 3, p. 197-199.

73 — **Weber** (A.). — Sur les origines des ébauches pancréatiques chez le Canard. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 58-66, avec 9 fig.

74 — **Id.** — Recherches sur le développement du foie chez le Canard. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 1, p. 20-30, avec 5 fig.

V. — TÉRATOLOGIE

75 — **Blancard** (Ch.). — Sur le rôle de l'amnios dans les malformations congénitales. — *Thèse de doctorat en médecine.* 64 p. Paris, 1902, J. Rousset.

Briquel. — Voir n° 79.

76 — **Charrin, Delamare et Moussu.** — Transmission expérimentale aux descendants des lésions développées chez les ascendants. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 3, p. 189-191.

77 — **Constantin-Daniel.** — Un cas de malformations multiples des membres chez un nouveau-né. Main bote double; double malformation du coude; pied bot gauche. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 4, p. 360-363, avec 2 fig.

Delamare. — Voir n° 76.

78 — **Germond** (P.). — Contribution à l'étude des fistules congénitales du cou. — *Thèse de doctorat en médecine.* Paris, 1902.

79 — **Haushalter** (P.) et **Briquel** (P.). — Description d'un cas de monstruosité rare de la face et de l'encéphale. — *Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière.* Paris, 1902, année 15, n° 3, p. 201-240, avec 3 pl. et 3 fig.

80 — **Hoche** (L.). — Inversion incomplète des viscères avec rétroposition du gros intestin. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 1, p. 31-42, avec 4 fig.

81 — **Katz.** — Malformations complexes chez un nouveau-né (vices de conformation de l'anus, du rectum, de l'appareil génito-urinaire et des membres). — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 2, p. 177-179.

82 — **Katz** (A.). — Monstre symélien et pseudencéphale. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris*. 1902, n° 4, p. 410-411.

83 — **Id.** — Monstre anencéphale (genre dérencéphale). — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris*. 1902, n° 4, p. 412.

Moussu — Voir n° 76.

84 — **Palmiéri** (P.). — Contribution à l'étude de l'ectromélie. — *Thèse de doctorat en médecine*. Paris, 1902.

85 — **Rabaud** (E.). — Contributions à l'étude des polygénèses. II. — Un cas de dédoublement observé chez l'embryon. — *Bibliographie anatomique*. 1902, t. XI, fasc. 1, p. 6-16, avec 6 fig.

86 — **Id.** — Les états pathologiques et les états tératologiques. — *Bulletin de la Société philomathique de Paris*. 1901-1902, 9e série, t. IV, n° 2, p. 77-98.

87 — **Savelli** (A.). — Contribution à l'étude de la pathogénie des kystes séreux congénitaux du cou. — *Thèse de doctorat en médecine*. Paris, 1902.

88 — **Soubeyran.** — Hémimélie avec avant-bras partiel et vestiges de la main. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris*. 1902, n° 2, p. 153-154.

VI. — CELLULES ET TISSUS

89 — **Bordier** et **Piéry**. — Nouvelles recherches expérimentales sur les lésions des cellules nerveuses d'animaux foudroyés par le courant industriel. — — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 26, p. 995-996.

90 — **Bosc** (F. J.). — De certaines formations intraprotoplasmiques des cellules épithéliales et conjonctives des lésions de la clavelée ; leur comparaison avec les inclusions cellulaires du cancer et les formations intracellulaires de tumeurs provoquées chez l'animal par inoculation de Sporozoaires. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 137-138.

Branca (A.). — Voir nos 97 et 119.

91 — **Bruntz** (L.). — L'excrétion chez les Crustacés supérieurs. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1902, t. CXXXV, n° 15, p. 589-591.

92 — **Castaigne** (J.) et **Rathery** (F.). — Lésions expérimentales du rein. — *Archives de médecine expérimentale*. Paris, 1902, t. XIV, n° 5, p. 599-620, avec 1 pl.

93 — **Cornil** (V.) et **Coudray** (P.). — Sur l'évolution de la rondelle crânienne détachée par le trépan et immédiatement réimplantée. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1902, t. CXXXV, n° 3, p. 191-193.

94 — **Id.** — Étude expérimentale sur la réimplantation de la rondelle crânienne après la trépanation chez le chien et le lapin. — *Archives de médecine expérimentale*. Paris, 1902, t. XIV, n° 5, p. 525-561, avec 18 fig.

Coudray. — Voir nos 93 et 94.

Czarniecki. — Voir n° 123.

Dopter. — Voir n° 126.

Duboscq. — Voir n° 107.

Dubreuil. — Voir n° 14.

95 — **Durante** (G.). — Du processus histologique de l'atrophie musculaire. — *Archives de médecine expérimentale*. Paris, 1902, t. XIV, n° 5, p. 658-677.

96 — **Cavalié**. — Sur la sécrétion de la glande albuminipare chez l'escargot (*Helix pomatia* et *Helix hortensis*). — *Réunion biologique de Bordeaux* in *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 24, p. 880-882.

97 — **Félizet** (G.) et **Branca** (A.). — Phénomènes de dégénérescence et de régénération dans l'épithélium épididymaire. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 27, p. 1059-1060.

Fusari. — Voir n° 155.

Girard. — Voir n°s 111 à 114.

98 — **Grékow** (I. I.). — Contribution à l'étude des manques de substance osseuse du crâne. — *Archives des sciences biologiques*. Saint-Pétersbourg, 1902, t. IX, n° 2, p. 213-250.

99 — **Herrera** (A. L.). — Note sur l'imitation du protoplasma. — *Bulletin de la Société zoologique de France*. Paris, 1902, n° 4, p. 144-149, avec 5 fig.

100 — **Id.** — Sur les mouvements et la structure de l'albumine combinée avec l'acide phosphorique anhydre. — *Bulletin de la Société zoologique de France*. Paris, 1902, n° 4, p. 158-160, avec 2 fig., et n° 5, p. 161.

101 — **Id.** — Sur la structure de la gélatine traitée par l'acide métaphosphorique. — *Bulletin de la Société zoologique de France*. Paris, 1902, n° 6-7, p. 117-180, avec 2 fig.

102 — **Id.** — Suite des recherches sur l'imitation du protoplasma. — *Bulletin de la Société zoologique de France*. Paris, 1902, n° 6-7, p. 201-203, avec 2 fig.

103 — **Launoy** (L.). — L'élaboration du zymogène dans les glandes gastriques de la vipère *Berus*. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1902, t. CXXXV, n° 3, p. 195-197.

104 — **Id.** — L'élaboration du vénogène et du venin dans la glande parotide de la *Vipera aspis*. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Paris, 1902, t. CXXXV, n° 14, p. 539-540.

105 — **Le Damany**. — Quelques recherches sur les résultats produits par l'introduction de pièces métalliques dans les os en voie de développement. — *Bulletin de la Société scientifique et médicale de l'Ouest*. Rennes, 1902, t. XI, n° 2, p. 231-249, avec 8 fig.

106 — **Leduc** (S.). — Cytogénèse expérimentale. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences*. 30e session. Ajaccio, 1901, 2e partie, p. 644-646, avec 1 fig.

107 — **Léger** (L.) et **Duboscq** (O.). — Sur la régénération épithéliale dans l'intestin moyen de quelques Arthropodes. — *Archives de zoologie expérimentale*. Notes et revue, 1902, n° 3, p. XXXVI-XLII.

108 — **Marceau** (F.). — Recherches sur le développement et sur les fonctions des traits scalariformes, zones de bâtonnets, ponts intercellulaires ou pièces intercalaires des fibres cardiaques des Mammifères. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 21, p. 714-716.

109 — **Marceau (E.).** — Note sur la structure du cœur chez les Vertébrés inférieurs. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 26, p. 981-984.

110 — **Mendelssohn (M.).** — Recherches sur la thermotaxie des organismes unicellulaires. — *Thèse de doctorat en médecine.* Paris, 1902.

111 — **Pettit (A.) et Girard (J.).** — Sur la morphologie des plexus choroïdes du système nerveux central. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 21, p. 698-699.

112 — **Id.** — Action de quelques substances sur l'épithélium de revêtement des plexus choroïdes du système nerveux central. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 21, p. 699-700.

113 — **Id.** — Sur la fonction sécrétoire et la morphologie des plexus choroïdes. — *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle.* Paris, 1902, n° 5, p. 358-362.

114 — **Id.** — Sur la fonction sécrétoire et la morphologie des plexus choroïdes des ventricules latéraux du système nerveux central. — *Archives d'anatomie microscopique.* Paris, 1902, t. V, fasc. 2, p. 213-264, avec 1 pl. et 6 fig.

Piéry. — Voir n° 89.

115 — **Pizon (A.).** — Origine et vitalité des granules pigmentaires des Tuniciers; mimétisme de nutrition. — *Bericht über d. Verhandl. d. V. Internation. Zool. Cong.* Berlin, 1901, p. 737-738.

Policard. — Voir n°s 120 et 121.

116 — **Prenant (A.).** — Sur des corps particuliers situés dans le tissu conjonctif d'un muscle lisse. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 23, p. 809-810.

117 — **Id.** — Striation et ciliation de la partie adhérente du *Myxidium Lieberkühnii.* — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 24, p. 844-846.

118 — **Id.** — Notes cytologiques. — VI. Formations particulières dans le tissu conjonctif interstitiel du muscle vésical du brochet. — VII. Contribution à l'étude de la ciliation. Striation et ciliation de la partie adhérente du *Myxidium Lieberkühni.* — *Archives d'anatomie microscopique.* Paris, 1902, t. V, fasc. 2, p. 191-212, avec 1 pl. et 7 fig.

119 — **Quénu (E.) et Branca (A.).** — Recherches sur la cicatrisation épithéliale dans les plaies de l'intestin. — *Archives de médecine expérimentale.* Paris, 1902, t. XIV, n° 4, p. 406-426, avec 3 pl.

Rathery. — Voir n° 92.

Ravaut. — Voir n° 126.

120 — **Regaud (Cl.) et Policard (A.).** — Étude sur le tube urinifère de la lamproie. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 215-261, avec 11 fig.

121 — **Id.** — Les segments à cellules vibratiles du tube urinifère des Ophidiens. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 2, p. 119-126, avec 3 fig.

122 — **Renaut (J.).** — Histologie et cytologie des cellules osseuses. Développement et caractères généraux des fibres osseuses. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 216-229, avec 5 fig.

123 — **Soukhanoff (S.) et Czarniecki (F.).** — Sur l'état des prolongements protoplasmiques des cellules nerveuses de la moelle épinière chez les Vertébrés supérieurs. — *Le Névraxe.* Louvain, 1902, vol. IV, fasc. 1, p. 77-89, avec 6 fig.

124 — **Soukhanoff (S.).** — Sur le réseau endocellulaire de Golgi dans les éléments nerveux de l'écorce cérébrale. — *Le Névraxe.* Louvain, 1902, vol. IV, fasc. 1, p. 45-53, avec 4 fig.

125 — **Van Bambeke (Ch.).** — Sur la présence de cristalloïdes chez les Autobasidiomycètes. — *Bulletin de l'Académie royale de Belgique.* Classe des sciences. 1902, n° 4, p. 227-250, avec 1 pl.

Villard. — Voir n° 18.

126 — **Widal, Ravaut et Dopter.** — Sur l'évolution et le rôle phagocytaire de la cellule endothéliale dans les épanchements des séreuses. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 26, p. 1005-1008.

VII. — SQUELETTE ET ARTICULATIONS.

127 — **Alezais.** — Quelques adaptations fonctionnelles du rachis cervical chez les Mammifères. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences.* 30e session. Ajaccio, 1901, 2e partie, p. 582-588, avec 11 fig.

128 — **Dieulafé (L.).** — Les ailerons rotuliens et les ligaments propres de la rotule. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 2, p. 79-88, avec 3 fig.

129 — **Filhol (H.).** — Contribution à l'étude des Félidés fossiles dont on a découvert les restes dans les cavernes des Pyrénées. — *Bulletin de la Société philomathique de Paris.* 1901-1902. 9e série, t. IV, n° 2, p. 104-120.

130 — **Le Double.** — Sillon temporo-pariétal externe. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 204-206, avec 6 fig.

131 — **Id.** — A propos d'un cas de communication de la fente sphénoïdale et du trou grand rond de l'alisphénoïde humain. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 207-208, avec 1 fig.

132 — **Id.** — Sur quelques variations des trous optiques. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 209-212, avec 1 fig.

133 — **Id.** — Du redressement de la courbure à concavité inférieure et de l'état rectiligne de l'articulation squamo-pariétale. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 213-215, avec 2 fig.

134 — **Id.** — La fossette cérébelleuse moyenne est-elle un stigmate caractéristique du criminel-né? — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 1, p. 56-78, avec 9 fig.

135 — **Mouret (J.).** — Sinus frontaux supplémentaires. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 25-27.

136 — **Peyrot.** — Recherches sur les ligaments antérieurs actifs et passifs, et plus particulièrement sur le ligament de Bertin de l'articulation coxo-fémorale. — *Thèse de doctorat en médecine.* Bordeaux, 1902.

137 — **Regnault (F.).** — Déformations statiques du crâne (scoliose et cyphose). — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 2, p. 162-165, avec 1 fig.

138 — **Sabatier.** — Du système sternal des Vertébrés. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 99-102.

139 — **Stanculeanu (G.).** — Des rapports anatomiques entre les sinus de la face et l'appareil orbito-oculaire. — *Archives d'ophtalmologie.* Paris, 1902, n° 2, p. 108-132, avec 2 pl. et 5 fig., et n° 4, p. 248-274, avec 2 pl. et 6 fig.; et *Thèse de doctorat en médecine.* Paris, 1902.

140 — **Id.** — Sinus frontaux doubles. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 2, p. 168.

141 — **Volkov (Th.).** — Sur quelques os « surnuméraires » du pied humain et la triphalangie du premier orteil (et du pouce). — *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris.* 1902, fasc. 3, p. 274-293, avec 30 fig. (Discussion: M. Anthony, p. 293-297, avec fig.)

VIII. — MUSCLES

142 — **Alezais.** — Le tendon d'Achille chez l'homme. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 86.

143 — **Id.** — Le membre pelvien du kangourou. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 87-89.

144 — **Id.** — Le muscle petit fessier. — *Réunion biologique de Marseille* in *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 22, p. 771-773.

145 — **Bugnion (E.).** — La bride ligamenteuse du grand dentelé. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 7-9, avec 1 fig.

146 — **Cals (G.).** — Recherches sur quelques muscles de la région pectorale au point de vue de l'anatomie comparée. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 2, p. 89-111, avec 5 fig.

147 — **Chaine (J.).** — Contribution à la myologie des Chondroptérygiens. — Extrait des *Procès-verbaux de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.* Séance du 19 décembre 1901, 2 p.

148 — **Papillault (G.).** — Genèse et connexions de quelques muscles de la mimique. — *Revue de l'École d'anthropologie de Paris.* 1902, n° 6, p. 201-204, avec 1 fig.

149 — **Regnault (F.).** — Les causes des anomalies musculaires. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 19-20.

150 — **Rouvière (H.).** — Note sur quelques points de l'anatomie des muscles adducteurs de la cuisse. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 117-127, avec 3 fig.

IX. — SYSTÈME NERVEUX.

(Méninges.)

Berger et Lœwy. — Voir n° 170.

Bordier et Piéry. — Voir n° 89.

151 — **Bonnamour et Pinatelle.** — Note sur les organes parasympathiques de Zuckerkandl. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 25, p. 924-925.

152 — **Id.** — Note sur la structure des organes parasympathiques de Zuckerkandl. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 25, p. 925-926.

153 — **Id.** — Note sur l'organe parasympathique de Zuckerkandl. — *Bibliographie anatomique.* 1902, t. XI, fasc. 2, p. 127-136, avec 1 fig. et 2 pl.

154 — **Boutan (L.).** — Sur le centre nerveux qui innerve la périphérie du manteau chez le Pecten. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 15, p. 587-589.

Cajal. — Voir n° 11.

155 — **Fusari (R.).** — Démonstration de préparations de « terminaisons nerveuses des glandes séreuses de la langue » et sur la « structure du tissu osseux et de la dentine ». — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 278-279.

156 — **Gallemaerts.** — Les centres corticaux de la vision après l'énucléation ou l'atrophie du globe oculaire. — *Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique.* 1902, série 4, t. XVI, n° 4, p. 267-315, avec 2 fig.

Guillain. — Voir n° 160.

157 — **Laignel-Lavastine.** — Anse mémorable de Wrisberg à gauche. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 2, p. 189-191, avec 2 fig.

158 — **Id.** — Remarque sur le vago-sympathique abdominal. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 4, p. 351-353, avec 3 fig.

159 — **Marcel A. Hérubel.** — Sur le cerveau du Phascolosome. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXIV, n° 26, p. 1603-1605.

160 — **Marie (P.) et Guillain (G.).** — Existe-t-il en clinique des localisations dans la capsule interne? — *La Semaine médicale.* Paris, 1902, n° 26, p. 209-213, avec 10 fig.

161 — **Martinotti (C.).** — Sur un noyau de cellules cérébrales semblables aux granules du cervelet. — *Anatomischer Anzeiger.* 1902, Bd XXII, n° 2-3, p. 33-39, avec 2 pl. et 1 fig.

162 — **Patel.** — Un cas d'anomalie de situation du sympathique cervical chez un nègre. — *Société des sciences médicales de Lyon,* in *Lyon médical.* 1902, n° 29, p. 87-89.

163 — **Pelseneer (P.).** — Les cavités cérébrales des Mollusques pulmonés. — *Bericht über d. Verhandl. d. V. Internation. Zool. Cong.* Berlin, 1901, p. 776.

Pettit et Girard. — Voir nos 111 à 114.

164 — **Peyronny.** — Recherches anatomiques sur le passage du nerf fémoro-cutané au niveau de l'arcade de Fallope. — *Gazette hebdomadaire des Sciences médicales de Bordeaux.* 1902, n° 13, p. 147-148.

Pinatelle. — Voir nos 151 à 153.

Soukhanoff et Czarniecki. — Voir n° 123.

Soukhanoff. — Voir n° 124.

165 — **Sterzi (G.).** — Recherches sur l'anatomie comparée et sur l'ontogénèse des méninges. — *Archives italiennes de biologie.* 1902, t. XXXVII, fasc. 2, 15 p.

166 — **Touche.** — Anomalie des circonvolutions. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 2, p. 145.

167 — **Van Gehuchten (A.).** — Recherches sur les voies sensitives centrales. La voie centrale des noyaux des cordons postérieurs ou voie centrale médullo-thalamique. — *Le Névraxe.* Louvain. 1902, vol. IV, fasc. 1, p. 3-44, avec 34 fig.

168 — **Id.** — Recherches sur la terminaison centrale des nerfs sensibles périphériques. — V. La racine postérieure du huitième nerf cervical et du premier nerf dorsal. — *Le Névraxe.* Louvain, 1902, vol. IV, fasc. 1, p. 55-75, avec 26 fig.

169 — **Id.** — Un cas de lésion traumatique des racines de la queue de cheval (Contribution à l'étude des centres de la miction, de la défécation, de l'érection, de l'éjaculation et du centre anal). — *Le Névraxe.* Louvain, 1902, vol. IV, fasc. 2, p. 91-115, avec 5 fig. (*à suivre*).

X. — TÉGUMENTS ET LEURS DÉRIVÉS. — ORGANES DES SENS.

170 — **Berger (E.) et Loewy (R.).** — Sur les nerfs trophiques de la cornée. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 21, p. 688-691.

171 — **De Lieto Vollaro (A.).** — Disposition du tissu élastique dans le système trabéculaire scléro-cornéen, et rapports de ce dernier avec la sclérotique, le tendon du muscle ciliaire et la membrane de Descemet. — *Archives d'ophtalmologie.* Paris, 1902, n° 5, p. 311-321, avec 5 fig.

Denis. — Voir n° 54.

Gallemaerts. — Voir n° 156.

Gineste. — Voir n° 172.

172 — **Kunstler (J.) et Gineste (Ch.).** — Contribution à l'étude de l'œil composé des Arthropodes. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des Sciences.* 30e session. Ajaccio, 1901, 2e partie, p. 646-666, avec 25 fig.

Loewy. — Voir n° 170.

173. — **Mandoul (H.).** — Sur la cause des colorations changeantes des téguments. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 1, p. 65-66.

Stanculeanu. — Voir n° 139.

174 — **Terrien (F.).** — Mode de cicatrisation de la capsule du cristallin après les plaies de cette membrane. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 23, p. 829-830.

175 — Van Duyse. — Membrane pupillaire persistante adhérente à la cornée. — *Archives d'ophtalmologie*. Paris, 1902, n° 4, p. 237-242, avec 1 fig.

176 — Id. — Terminaison paracristallinienne d'une artère hyaloïdienne persistante et perméable. — *Archives d'ophtalmologie*. Paris, 1902, n° 5, p. 305-310 avec 3 fig.

XI. — SYSTÈME VASCULAIRE.

(Sang et Lymphe.)

177 — **Bianchi (A.)** et **Léri (A.)**. — Contribution aux variations de la rate dans la grossesse étudiées par phonendoscopie. — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 27, p. 1095-1897.

Butza (J.). — Voir n° 10.

178 — **Chastenet de Géry**. — Un cas d'artère du nerf médian anormalement développée et traversant le nerf médian. — Type rare du système artériel de la main. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris*. 1902, n° 2, p. 202-205, avec 1 fig.

Cornil (V.). — Voir n° 13.

179 — **Cunéo (B.)**. — Note sur les ganglions lymphatiques régionaux du rein. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris*. 1902, n° 2, p. 235-236.

Cunéo. — Voir n° 6.

Delamare. — Voir n° 6.

De Vriese (Mlle B.). — Voir n° 55.

180 — **Dhotel (J.)**. — A propos d'un cas de grande communication interauriculaire. — *Archives de médecine expérimentale*. Paris, 1902, t. XIV, n° 4, p. 470-484, avec 2 fig.

181 — **Dominici (H.)**. — Le ganglion lymphatique. — N° 30 de l'*Œuvre médico-chirurgical*. — *Monographies cliniques*. Paris, 1902, 40 p., avec 9 fig.

Eternod. — Voir n° 56.

182 — **Gérard (G.)**. — Circulation rénale. La voûte artérielle sus-pyramidale existe-t-elle ? — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 175-178, avec 1 fig.

183 — **Hédon (E.)**. — Sur la transfusion du sang lavé après hémorragie et les modifications de forme des globules rouges suivant les milieux. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 90-91.

184 — **Jolly (J.)**. — Sur la division indirecte des globules sanguins observée à l'état vivant. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session, Montpellier, 1902, p. 79-82.

185 — **Id.** — Influences mécaniques modifiant le plan de segmentation des globules sanguins pendant la division indirecte. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes*. 4e session. Montpellier, 1902, p. 83-85, avec fig.

186 — **Id.** — Histologie pathologique du sang. — Extrait du : *Traité d'histologie pathologique* de Cornil et Ranvier, 1902, 2e édit., t. II, 102 p., avec 33 fig.

187 — **Labbé** (M.) et **Lortat-Jacob** (L.). — Du rôle des leucocytes dans l'absorption de l'iode et des composés iodés. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 23, p. 830-832.

Léri. — Voir n° 177.

188 — **Loeper** (M.). — Le glycogène dans le sang, les organes hématopoiétiques, les exsudats et les foyers infectieux. — *Archives de médecine expérimentale.* Paris, 1902, t. XIV, n° 5, p. 576-598, avec 1 pl.

Lortat-Jacob. — Voir n° 187.

189 — **Marcille** (M.). — Lymphatiques et ganglions ilio pelviens. — *Thèse de doctorat en médecine.* Paris, 1902.

190 — **Mauclaire.** — Écrasement antéro-postérieur du thorax. — Contusion du cœur. — Exploration du péricarde et du cœur par la voie diaphragmatique. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 3, p. 245-274, avec 8 fig.

191 — **Maurel** (E.). — Identité d'évolution des divers lymphocytes existant dans le canal thoracique à l'état normal. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 22, p. 740-742.

192 — **Id.** — Identité d'évolution des divers lymphocytes du sang à l'état normal. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 23, p. 817-820.

193 — **Mezincescu** (D.). — Contributions à la morphologie comparée des leucocytes. — *Archives de médecine expérimentale.* Paris, 1902, t. XIV, n° 5, p. 562-575, avec 1 pl.

194 — **Muratet.** — Contribution à l'étude des rapports numériques des divers éléments figurés du sang chez l'embryon et le fœtus humain jusqu'à la naissance. — *Thèse de doctorat en médecine.* Bordeaux, 1902.

195 — **Okinczye** (J.). — Division précoce de l'artère hépatique, dont la branche droite présente avec le cholédoque et les voies biliaires des connexions très intimes. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 2, p. 197-199, avec 1 fig.

Poirier et **Charpy.** — Voir n° 6.

196 — **Poulain** (A.). — Étude de la graisse dans le ganglion lymphatique normal et pathologique. — *Thèse de doctorat en médecine.* Paris, 1902.

Renaut. — Voir n° 62.

197 — **Retterer** (Ed.). — Parallèle des ganglions lymphatiques des Mammifères et des Oiseaux. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 184-203, avec 5 fig.

198 — **Roubaud** (L.). — Contribution à l'étude anatomique des lymphatiques du larynx. — *Thèse de doctorat en médecine.* Paris, 1902.

XII. — TUBE DIGESTIF ET ORGANES ANNEXES — PÉRITOINE

(Dents, Appareil respiratoire, Corps thyroïde et Thymus.)

Baumann. — Voir n° 50.

199 — **Bordas** (L.). — Sur l'appareil digestif de quelques Lépidoptères. — *Réunion biologique de Marseille* in *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 22, p. 769-771.

200 — **Brasil** (L.). — Notes sur l'intestin de la Pectinaire (*Lagis Koreni* Malmgren). — *Archives de zoologie expérimentale et générale.* Paris, 1902, 3e série, t. X, Notes et revue, n° 1, p. I-IV, avec 6 fig.

201 — **Brissaud et Dopter.** — Note sur les différences de volume des lobules hépatiques du foie humain. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 24, p. 874-876.

Doper. — Voir n° 201.

Fusari. — Voir n° 155.

Gontier de la Roche. — Voir n° 204.

202 — **Laguesse** (E.). — Sur quelques formes primitives des îlots endocrines dans le pancréas des Sélaciens et des Ophidiens. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 14-18.

203 — **Id.** — Structure d'une greffe pancréatique chez le chien. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 24, p. 852-854.

204 — **Laguesse** (E.) et **Gontier de la Roche** (A.). — Les îlots de Langerhans dans le pancréas du cobaye après ligature. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 24, p. 854-857.

Launoy. — Voir nos 103 et 104.

Léger et Duboscq. — Voir n° 107.

205 — **Léon** (M.). — Recherches morphologiques sur les pièces labiales des Hydrocores. — Brochure in-8, 13 p., avec fig., 1902, Iassy (?).

206 — **Letulle** (M.) et **Nattan-Larrier.** — Les capillicules biliaires intra-trabéculaires dans les lésions du foie. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 24, p. 842-843.

Marchand. — Voir n° 59.

207 — **Maumus** (J.). — Les cæcums des Oiseaux (*suite et fin*). — *Annales des sciences naturelles. Zoologie.* Paris, 1902, t. XV, nos 2-6, p. 81-148, avec 4 pl.

208 — **Id.** — Sur les lésions provoquées par la ligature des cæcums chez les Oiseaux. — *Bulletin du Muséum d'histoire naturelle.* Paris, 1902, n° 5, p. 362-364.

209 — **Ménard** (P.). — Des variétés anatomiques de l'appendice cæcal et de leur influence sur la pathologie de l'appendicite. — *Thèse de doctorat en médecine.* Paris, 1902.

Nattan-Larrier. — Voir n° 206.

Okinczye (J.). — Voir n° 195.

Quénu et Branca. — Voir n° 119.

Roubaud. — Voir n° 198.

210 — **Salvia** (Ed.). — Singulière anomalie de développement du foie ayant l'aspect d'un néoplasme. — *Revue de chirurgie.* Paris, 1902, n° 10, p. 498-506, avec 3 fig.

211 — **Soulé** (Th.). — Sillons costaux du foie. — *Thèse de doctorat en médecine.* 53 p. avec 4 pl., 1902. Toulouse, Lagarde et Sébille.

Weber. — Voir nos 73 et 74.

XIII. — ORGANES GÉNITO-URINAIRES

(ANNEXES. — GLANDES SURRÉNALES.)

212 — **Albarran et Bernard (L.).** — Régénération de la capsule du rein après décapsulation de l'organe. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 22, p. 756-757.

Bernard. — Voir n° 212.

213 — **Bonnamour (S.).** — Recherches histologiques sur la sécrétion des capsules surrénales. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4° session. Montpellier, 1902, p. 54-57.

Branca. — Voir n° 218.

Castaigne et Rathery. — Voir n° 92.

214 — **Cathelin (F.).** — Sur la topographie des capsules surrénales de l'homme adulte. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 2, p. 215-217, avec 1 fig.

215 — **Cavalié et Jolyet.** — Sur le rein du Dauphin. — *Réunion biologique de Bordeaux* in *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 24, p. 878-880.

216 — **Christiani (M. et Mme).** — Histologie pathologique de greffes de capsules surrénales. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 23, p. 811-814, et *Revue médicale de la Suisse romande.* Genève, 1902, n° 9, p. 684-687.

217 — **Id.** — Recherches sur les capsules surrénales. — *Journal de physiologie et de pathologie générale.* Paris, 1902, n° 2, p. 837-844, avec 1 pl.

Cunéo. — Voir n° 179.

218 — **Félizet (G.) et Branca (A.).** — Les voies d'excrétion du testicule ectopique. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, n° 26, p. 963-965.

Félizet et Branca. — Voir nos 26 à 30 et 97.

219 — **François-Dainville.** — Deux cas d'anomalie congénitale du rein. — *Bulletins et Mémoires de la Société anatomique de Paris.* 1902, n° 2, p. 173-174.

220 — **Gérard (G.).** — Sur la situation topographique des capsules surrénales chez l'homme. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4° session. Montpellier, 1902, p. 179-183.

Gérard. — Voir n° 182.

221 — **Gilis (P.).** — Le ligament transverse du bassin (*Ligamentum transversum pelvis* [Winslowi]), sa signification. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4° session. Montpellier, 1902, p. 111-113.

222 — **Id.** — Rapports de l'uretère dans le plancher pelvien de la femme. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4° session. Montpellier, 1902, p. 114-116, avec 1 fig.

223 — **Giraud.** — Contribution à l'étude des valvules du col de la vessie. — *Thèse de doctorat en médecine.* Bordeaux, 1902.

224 — **Grynfeltt (Ed.).** — Sur le corps interrénal des Plagiostomes. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 10, p. 439-441.

225 — **Grynfeltt (Ed.).** — Distribution des corps suprarénaux des Plagiostomes. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 6, p. 330-332.

226 — **Id.** — Structure des corps suprarénaux des Plagiostomes. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, n° 8, p. 373-374.

227 — **Id.** — Les corps suprarénaux chez quelques Squales et leurs rapports avec le système artériel. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 31-34.

Jolyet. — Voir n° 215.

228 — **Lécaillon (A.).** — Sur la disposition, la structure et le fonctionnement de l'appareil reproducteur mâle des Collemboles. — *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902, p. 132-136, et *Bulletin de la Société philomathique de Paris.* 9e série, t. IV, n° 2, p. 99-103.

Letulle. — Voir n° 15.

Limon (M.). — Voir n° 35.

Marcille. — Voir n° 189.

229 — **Neveu-Lemaire (M.).** — Sur les réceptacles séminaux de quelques Culicides. — *Bulletin de la Société zoologique de France.* Paris, 1902, nos 6-7, p. 172-175, avec 4 fig.

Regaud et Policard. — Voir nos 120 et 121.

Soulié. — Voir nos 63 à 65.

XIV. — ANTHROPOLOGIE ANATOMIQUE

230 — **Amoedo (O.).** — Les dents du *Pithecanthropus erectus* de Java. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences.* 30e session. Ajaccio, 1901. 2e partie, p. 1193-1197, avec 4 fig.

231 — **Bloch (A.).** — Considérations anthropologiques sur la Corse actuelle, ancienne et préhistorique. — *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris.* 1902, fasc. 3, p. 333-359. — Discussion: p. 359-363.

232 — **Capitan (L.).** — Compte rendu de la « Section d'anthropologie » du Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences. Montauban, 1902. *Revue de l'École d'anthropologie.* Paris, 1902, n° X, p. 334-349.

233 — **Chantre (E.).** — L'homme quaternaire dans le bassin du Rhône. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences.* 30e session. Ajaccio, 1901, 1re partie, p. 157-158.

234 — **Id.** — La nécropole proto-historique de Cagnano, près Luri (Corse). — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences.* 30e session. Ajaccio, 1901, 2e partie, p. 715-723, avec 25 fig.

235 — **Delisle (F.).** — Les déformations artificielles du crâne en France. Carte de leur distribution. — *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris.* 1902, fasc. 2, p. 111-167, avec 1 carte et des figures.

236 — **Ferton (Ch.).** — Les premiers habitants de Bonifacio. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences.* 30e session. Ajaccio, 1901, 2e partie, p. 724-727.

237 — **Girard** (H.). — Notes anthropométriques sur quelques Soudanais occidentaux. Malinkés, Bambaras, Foulahs, Souinkés, etc. (*fin*). — *L'Anthropologie*. Paris, 1902, t. XIII, n° 3, p. 329-347.

238 — **Id.** — Observation anthropométrique d'un Danakil. — *Compte rendu de l'Association française pour l'avancement des sciences*. 30e session. Ajaccio, 1901, 2e partie, p. 781-789, avec 2 fig.

239 — **Giroud** (G.). — Observations sur le développement de l'enfant. — *Petit guide d'anthropométrie familiale et scolaire*. 1902, Paris, Schleicher frères.

240 — **Pietkiewicz**. — Sur une mandibule préhistorique. — *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*. 1902, fasc. 3, p. 323-325.

241 — **Pittard** (E.). — Contribution à l'étude anthropologique des Albanais. — *Revue de l'École d'anthropologie de Paris*. 1902, n° VII, p. 240-246.

242 — **Id.** — Anthropologie de la Roumanie. Contribution à l'étude des Tsiganes dits Roumains. — *L'Anthropologie*. Paris, 1902, t. XIII, n° 3, p. 321-328.

243 — **Id.** — Contribution à l'étude anthropologique des Tsiganes turkomans. — *L'Anthropologie*. Paris, 1902, t. XIII, n° 4, p. 477.

244 — **Id.** — Anthropologie de la Roumanie. Contribution à l'étude anthropologique des Kurdés de Dobrodja. — *Bulletin de la Société des sciences de Bucarest*. 1902, année XI, n° 3, p. 293-301.

245 — **Id.** — Anthropologie de la Roumanie. Contribution à l'étude anthropologique des Albanais de Dobrodja. — *Bulletin de la Société des sciences de Bucarest*. 1902, année XI, n° 3, p. 302-311.

246 — **Id.** — Anthropologie de la Roumanie. Contribution à l'étude anthropologique des Tsiganes turkomans de Dobrodja. — *Bulletin de la Société des sciences de Bucarest*. 1902, année XI, n° 4, p. 457-468.

247 — **Id.** — Anthropologie de la Roumanie. Contribution à l'étude anthropologique des Grecs de Dobrodja. — *Bulletin de la Société des sciences de Bucarest*. 1902, année XI, n° 4, p. 469-481.

XV. — VARIA

(Monographies. — Travaux renfermant des renseignements biologiques. — Descendance.)

248 — **Anglas** (J.) et **de Ribaucourt** (E.). — Étude anatomique et histologique du *Distomum lanceolatum*. — *Annales des sciences naturelles. Zoologie*. Paris, 1902, t. XV, nos 2-6, p. 313-354, avec 38 fig.

249 — **Bounhiol** (J.). — Recherches biologiques expérimentales sur la respiration des Annélides polychètes. — *Annales des Sciences naturelles. Zoologie*. Paris, 1902, t. XVI, n° 1, p. 1-80 (*à suivre*) avec 4 fig.

250 — **Bouvier** (E. L.). — Sur l'organisation du *Peripatoides orientalis* Flescher (*P. Leuckarti* de la plupart des auteurs). — *Comptes rendus de la Société de biologie*. Paris, 1902, n° 27, p. 1033-1034.

251 — **Brasil** (L.). — *Joyeuxella toxoides* n. g. n. sp. Sporozoaire parasite de l'épithélium intestinal de *Lagis Koreni* Malmgren. — *Archives de zoologie expérimentale et générale*. Paris, 1902, 3e série, t. X, notes et revue, n° 1, p. V-VII, avec 7 fig.

252 — **Caullery (M.).** — Sur quelques particularités du bourgeonnement chez les Ascidies composées du groupe des Distomidæ. — *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes.* 4ᵉ session. Montpellier, 1902, p. 21-24, avec 3 fig.

253 — **Conte (A.)** et **Vaney (C.).** — Contribution à l'étude anatomique du *Rhabdopleura normani* Allm. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, nº 1, p. 63-65.

254 — **Coutière (H. M.).** — Sur la non-existence d'un appareil à venin chez la Murène Hélène. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, nº 23, p. 787-788.

255 — **Cuénot (L.).** — La loi de Mendel et l'hérédité de la pigmentation chez les souris. — *Archives de zoologie expérimentale et générale.* Paris, 1902, 3ᵉ série, t. X, notes et revue, nº 2, p. XXVII-XXX.

De Ribaucourt. — Voir nº 248.

256 — **Dewitz (J.).** — La suppression de la métamorphose chez les larves d'Insectes. — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, nº 22, p. 747-748.

257 — **Gineste (Ch.).** — Les parasites de la cavité générale des Géphyriens. — Extrait des *Procès-verbaux de la Société linnéenne de Bordeaux.* Séance du 19 juin 1901, 7 p.

258 — **Hérouard (E.).** — Sur l'anatomie comparée des Echinodermes. — *Bulletin de la Société zoologique de France.* Paris, 1902, nº 4, p. 131-138, avec 1 fig.

259 — **Huot (A.).** — Recherches sur les Poissons lophobranches. — *Annales des sciences naturelles. Zoologie.* Paris, 1902, t. XIV, p. 197-288, avec 6 pl. et 13 fig. dans le texte.

260 — **Lamy (Ed.).** — Recherches anatomiques sur les trachées des Araignées. — *Annales des sciences naturelles. Zoologie.* Paris, 1902, t. XV, nᵒˢ 2-6, p. 149-280, avec 4 pl. et 71 fig. dans le texte.

261 — **Laveran (A.)** et **Mesnil (F.).** — Sur le mode de multiplication des Trypanosomes des Poissons. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXIV, nº 24, p. 1405-1409.

262 — **Id.** — Sur la Coccidie trouvée dans le rein de la *Rana esculenta* et sur l'infection générale qu'elle produit. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, nº 2, p. 82-87, avec fig.

263 — **Id.** — Sur les Hématozoaires des Poissons marins. — *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Paris, 1902, t. CXXXV, nº 15, p. 567-570.

264 — **Id.** — Sur deux Coccidies intestinales de la *Rana esculenta.* — *Comptes rendus de la Société de biologie.* Paris, 1902, nº 24, p. 857-860, avec 8 fig.

Mesnil. — Voir nᵒˢ 261 à 264.

265 — **Von Linden (Mˡˡᵉ M.).** — Le dessin des ailes des Lépidoptères. Recherches sur son évolution dans l'ontogénèse et la phylogénèse des espèces, son origine et sa valeur systématique. — *Annales des sciences naturelles. Zoologie.* Paris, t. XIV, p. 1-196, avec 20 pl.

Vaney. — Voir nº 253.

266 — **Viguier (C.).** — Sur la valeur morphologique de la tête des Annélides. — *Annales des sciences naturelles. Zoologie.* Paris, 1902, t. XV, nᵒˢ 2-6, p. 281-311, avec 1 pl.

TRAVAUX ORIGINAUX

SUR LA SÉCRÉTION INTERNE DU TESTICULE

ET EN PARTICULIER

SUR CELLE DE LA CELLULE DE SERTOLI

Par M. Gustave LOISEL

Quand, il y a trois ans, nous avons repris l'étude de la spermatogénèse, il nous a semblé que la seule méthode à suivre pour trancher la question des cellules de Sertoli, que nous avions surtout en vue, était celle de l'histogénèse. « Cette méthode, disions-nous il y a quelque temps, consiste à remonter à l'origine même de l'organe ou de l'élément dont on veut connaître la destinée, à en suivre pas à pas toutes les modalités dans les différentes phases de la vie, depuis sa naissance jusqu'à sa disparition ou sa transformation complète. »

La méthode était longue ; elle demandait le sacrifice d'un nombre considérable d'individus, surtout en l'appliquant aux Oiseaux, qui ne sont en activité sexuelle que pendant une courte période de l'année[1], mais elle était sûre. Aussi les observations que nous avons pu faire, après avoir été peut-être « flottantes et trop imprécises » au début, comme le faisait remarquer un critique (REGAUD. 10[2]), se sont-elles affirmées de plus en plus et sont-elles venues donner, dans notre dernier mémoire (5) et dans plusieurs communications à la Société de Biologie (7 et 8), une notion complète et plus satisfaisante du rôle de la cellule de Sertoli et de la sécrétion interne du testicule.

Il est vrai que ces travaux sont venus renverser, par là même, quelques idées reçues et enseignées par la science classique. Aussi nos conclusions ont-elles été attaquées depuis, avec bienveillance par les uns (STÉPHAN, 13, 14), avec un caractère de polémique plus accentué par d'autres, tels que M. REGAUD (11, 12). Nous ne saurions nous plaindre, du reste, car, en nous forçant à revoir certains points, ces critiques nous ont donné l'occasion de trouver, à l'appui de notre thèse, d'autres faits plus démonstratifs encore.

1. Nous avons sacrifié près de cent Moineaux.
2. Ces numéros renvoient à l'index bibliographique.

I. — Origine embryonnaire de la sécrétion interne du testicule.

Stéphan s'est seulement élevé contre le caractère primitif que nous avions attribué à la sécrétion interne du testicule. Il n'a étudié la question que chez les Poissons; et encore n'a-t-il envisagé que l'état adulte, ce qui est évidemment insuffisant quand il s'agit de trancher une question d'origine.

Nous lui avons déjà répondu dans deux communications faites à la Société de Biologie (7, 8)[1]. Dans ces notes préliminaires, nous avons montré, avec préparations à l'appui, que la sécrétion interne du testicule apparaît, chez



Fig. 1. — Organes situés au fond du cœlome chez un embryon de Poulet âgé de 98 heures. Liquide de Flemming, coupe transversale du cœlome gauche.

Me, mésentère; *Som*, somatopleure; *Spl*, splanchnopleure; *Ep. g*, epithélium germinatif; *Cw*, *C'w'*, canalicule de Wolff; *W*, canal de Wolff; *Ao*, aorte; *Vc*, veine cardinale gauche.

l'embryon, longtemps avant la sexualité; elle se présente sous la forme de sphérules isolées, noircies uniformément par l'acide osmique et contenues dans le corps cellulaire des éléments qui constituent l'*épithélium germinatif* de Waldeyer et dans d'autres éléments mésodermiques situés dans le voisinage de cet épithélium (*fig. 1*).

Cette élaboration graisseuse va en augmentant dans la *glande présexuelle*

---

1. Nous aurons occasion d'y revenir plus tard, à propos de l'origine de la sexualité que nous étudions en ce moment.

(dite encore indifférente) qui dérive de l'épithélium germinatif (*fig. 2*). Nous avons montré, enfin, qu'elle se continue dans les cellules interstitielles et dans les tubes séminipares du testicule fœtal (*fig. 3 et 4*).

C'est cette même sécrétion figurée que l'on retrouve dans le testicule adulte et que nous allons considérer maintenant en répondant aux critiques de Regaud.



Fig. 2. — Glande présexuelle d'un embryon de Moineau (âge indéterminé). Liquide de Flemming.
Me, mésentère; *Sv*, sinus veineux séparant la glande du corps de Wolff.

Nous devons constater, en passant, que ces critiques ont été faites avec une hâte qui ne peut être que préjudiciable à la recherche de la vérité. Regaud n'a pas attendu, en effet, de lire notre mémoire détaillé, pour juger les résultats auxquels nous étions arrivé; il s'est contenté d'argumenter sur des notes et sur des résumés forcément incomplets. Cette manière de faire nous étonne d'autant plus que notre mémoire était publié *depuis deux mois*, au moins, quand a paru le numéro de la *Bibliographie anatomique* contenant la critique de Regaud. De plus, nous avions eu soin d'annoncer la date exacte de son apparition dans les notes ou résumés qui ont justement servi à Regaud pour faire sa critique (Loisel, 4 et 5 [1]).

Non seulement Regaud a fait ici une œuvre polémique trop hâtive, mais il a fait surtout, à cette occasion, un travail de recherches beaucoup trop superficiel Pour contrôler nos propres recherches, il a voulu se rendre compte, par lui-même, de la sécrétion sertolienne chez les Oiseaux, ce qui était bien; mais, pour cela, il s'est contenté de prendre *trois* Moineaux, ce qui était tout à fait insuffisant; il les a sacrifiés

1. Un mois avant que Regaud ne fasse paraître sa critique dans la *Bibliographie anatomique,* il avait déjà présenté cette même critique à la Société de Biologie (24 mai 1902). Or, en relisant sa note publiée dans les *Comptes rendus,* nous voyons notre mémoire signalé par Regaud lui-même (p. 585). Comment alors cet auteur a-t-il pu faire paraître, *un mois après,* des phrases dans le genre de celles-ci : « Loisel dénie catégoriquement tout rôle nourricier aux cellules de Sertoli vis-à-vis des cellules séminales. Je ne devine pas les raisons sur lesquelles est fondée cette opinion » (p. 206)..... « C'est avec curiosité que j'attends les explications annoncées par Loisel » (p. 208). Mais, vraiment, il n'avait pas à attendre, puisque toutes mes explications étaient données depuis deux mois au moins.

tous trois à une même époque et encore cette époque, le mois d'août, est-elle éloignée de la véritable période des amours. Comme nous l'avons montré, les rapprochements sexuels sont le point de départ des poussées de spermatogénèse, aussi y avait-il beaucoup de chances pour que REGAUD ne puisse observer ni une seule karyocinèse sexuelle, ni même une cellule de Sertoli en pleine activité. C'est en effet ce qui est arrivé : chez les trois Moineaux, dit-il (p. 201), « tous les tubes séminifères, sans exception, montrent la même composition de l'épithélium séminal en génération et en formes cellulaires ». Or, dans le dessin que REGAUD nous donne de cet épithélium (v. *fig. 22*), on ne voit ni karyocinèse ni cellule de Sertoli[1].

REGAUD s'est donc trompé en croyant apporter ici une nouvelle contribution à la

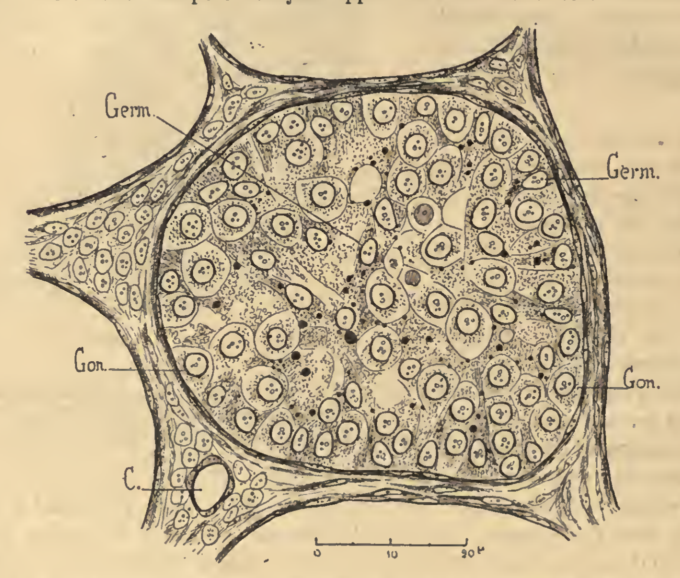


FIG. 3. — Coupe transversale d'un tube séminipare en préspermatogénèse. Moineau tué en mars. Liquide de Flemming.

Germ, cellules germinatives renfermant des grains de graisse; _Gon,_ spermatogonies; _C,_ capillaire entouré de cellules interstitielles.

recherche de la vérité; de telles œuvres ne peuvent être qu'incomplètes, quand elles ne renferment pas des erreurs ou des confusions, comme nous allons avoir l'occasion d'en signaler ici.

Pour en finir avec ces observations d'intérêt trop personnel, nous devons parler encore d'une question de date. A propos des actions chimiotactiques que nous avons attribuées à la sécrétion sertolienne, REGAUD s'exprime ainsi, p. 201 : « Quelques mois avant que LOISEL introduisît ces expressions dans la spermatologie du Moineau, IVAR BROMAN publiait un mémoire sur ce sujet. » Ceci laisse entendre évidemment

1. Cela ne l'empêche pas d'écrire : « Les testicules de Moineaux (trois sujets) que j'ai eus à ma disposition se trouvent au stade auquel on rencontre, d'après LOISEL, les formations en litige » (p. 205).

que nous avions pu nous servir du travail de Broman pour émettre les idées que nous annoncions alors comme nouvelles à la Société de Biologie.

Ceci n'est peut-être pas très généreux, car Regaud doit certainement savoir que le numéro des *Archiv für mikr. Anat.*, contenant le travail en question, n'a paru en France que dans la dernière moitié de novembre; pour moi, je n'en ai eu connaissance, pour la première fois, que par une communication verbale faite à la Société de Biologie, par le professeur Henneguy, le jour même de notre communication; je n'ai pu lire le mémoire de Broman qu'une quinzaine de jours après.

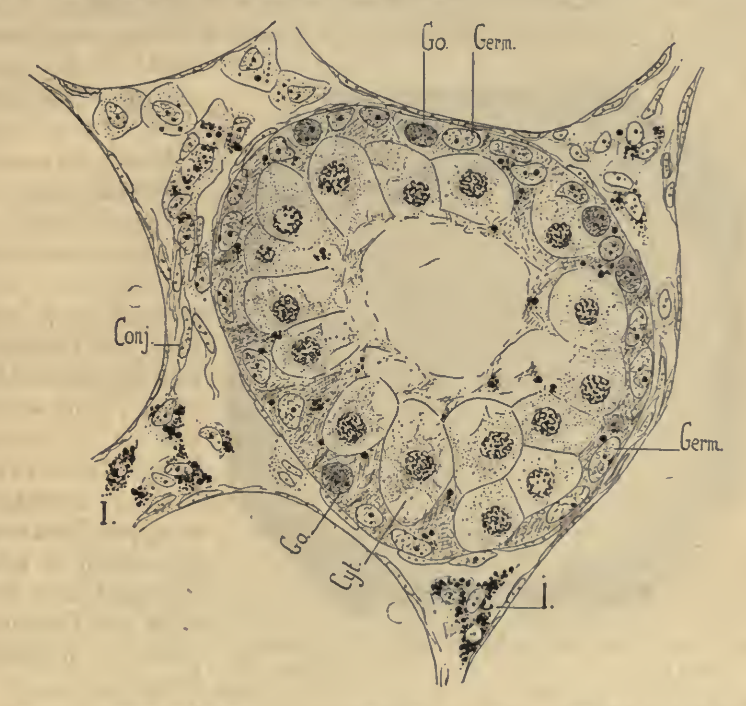


Fig. 4. — Coupe transversale d'un tube séminipare d'un jeune Cobaye âgé de trois mois. Globules de graisse colorés en noir par le liquide de Flemming.
Germ, cellules germinatives; *Go*, spermatogonies; *Cyt*, spermatocytes; *Conj*, cellules conjonctives, *I*, cellules interstitielles.

II. — Sur la sécrétion des cellules de Sertoli.

Nous allons prendre successivement les trois points principaux de la critique de Regaud :

1° Sur les caractères physiques de la sécrétion sertolienne ;

2° Sur le point de savoir si la sécrétion sertolienne appartient à l'ordre des sécrétions internes ou à celui des sécrétions externes ;

3° Sur le rôle de la sécrétion sertolienne.

Dans cette réponse, nous ne parlerons guère de certaines questions que REGAUD a soulevées prématurément. Pour ces questions, nous ne pouvons que le renvoyer à notre mémoire du *Journal d'Anatomie* (6) et aux deux communications à la Société de Biologie (7 et 8).

1° Sur les caractères physiques de la sécrétion sertolienne. — Les cellules de Sertoli représentent des éléments dérivés des cellules germinatives ou cellules souches de l'épithélium séminifère. Périodiquement, dans le cours de la spermatogénèse, ces cellules montrent un développement considérable de leur corps cellulaire. On peut voir alors, dans ce corps cellulaire, des produits de sécrétion figurés.

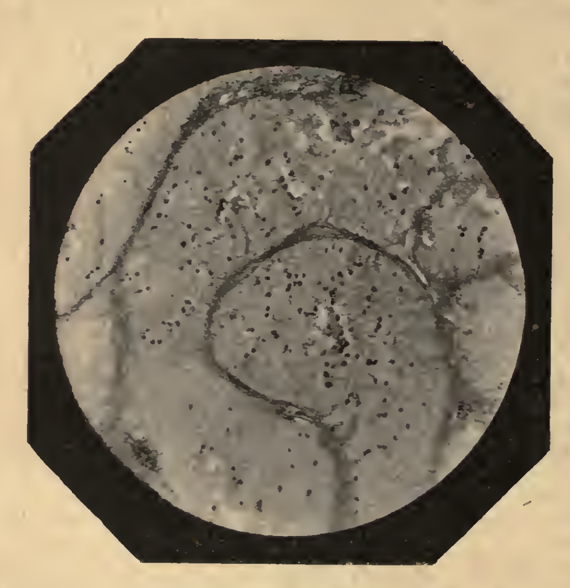


FIG. 5. — Photographie d'une coupe de testicule d'un jeune Moineau en préspermatogénèse. Liquide de Flemming, sans coloration, glycérine gélatinée. Zeiss. oc. proj. n° 2*, obj. im. 30mm, bec Auer à 1 mètre, pose 3 minutes.

Les tubes séminiparcs sont formés de spermatogonies et de cellules germinatives, ces dernières élaborant de la graisse.

Voilà un point que nous avons amplement développé dans notre mémoire (6, p. 148 à 152), qui se trouve, plus ou moins implicitement, dans les travaux de LA VALETTE SAINT-GEORGES, de BENDA et d'HERMANN, et auquel SCHŒNFELD (15) arrivait en même temps que nous, d'une façon tout à fait indépendante, en étudiant le Taureau. REGAUD ne le combat pas expressément, mais il dit que nous n'avons pas vu le véritable produit de sécrétion (12, p. 204). Nous devons donc revenir sur ce point de notre travail en tâchant de préciser, si nous le pouvons, les caractères objectifs de ce produit.

Chez les Mammifères, le problème est facile à résoudre. On retrouve, en effet, dans les cellules de Sertoli, les mêmes élaborations graisseuses que celles que nous avons trouvées dans le testicule fœtal fonctionnant uniquement comme glande à sécrétion interne. Elles se présentent toujours sous la forme de sphérules homogènes, de tailles diverses, mais en général petites, restant toujours isolées les unes des autres et se colorant en noir par l'acide

osmique. Voilà un point qui est bien connu de tous les spermatologistes : Regaud lui-même, dans son dernier travail, y a ajouté de nouvelles observations (10, p. 281 et suivantes).

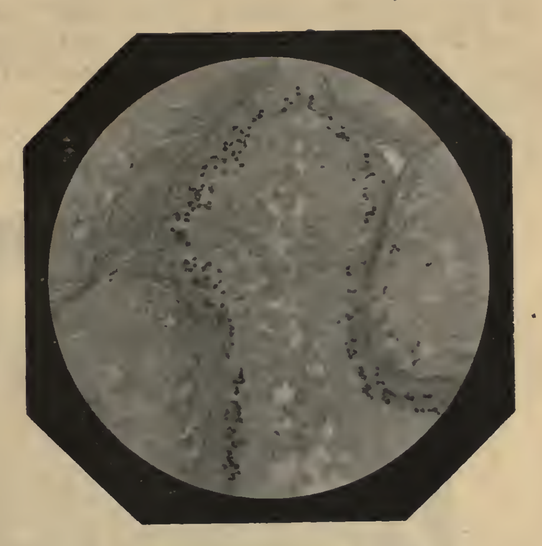


Fig. 6. — Photographie d'une coupe de testicule de Foudi au moment où l'organe passe de l'état de préspermatogénèse à celui de spermatogénèse. (*Id.*)

Au centre, un tube séminipare en préspermatogénèse montre encore de la graisse dans la zone des cellules germinatives. Tout autour, portions de tubes séminipares en spermatogénèse ne montrant plus de graisse.

Chez les Oiseaux on trouve exactement le même produit de sécrétion dans les cellules germinatives du testicule fœtal (*fig. 3*). Or, comme les cellules de Sertoli dérivent des cellules germinatives, il semble qu'on devrait trouver la même sécrétion dans ces cellules. Il n'en est rien pourtant ; chez les Oiseaux (chez ceux que nous avons étudiés, du moins), au moment où un tube séminipare passe de l'état de préspermatogénèse à celui de spermatogénèse affirmée, nous avons vu, en faisant nos recherches, la formation de sphérules graisseuses cesser alors de se manifester dans le testicule (*fig. 5 et 6*). Et pourtant les modifications périodiques des cellules de Sertoli montraient que nous avions là, comme chez les Mammifères, des éléments sécréteurs en pleine activité.



Fig. 7. — Testicule de Moineau. Liquide de Bouin, hématoxyline au fer. Photographie d'une moitié de tube séminipare. Zeiss. oc. à proj. n° 2*; obj. imm. 30^{mm}, bec Auer à 1 mètre, pose 3 minutes.

Nous cherchâmes donc s'il était possible de mettre en évidence, par la technique histologique, cette nouvelle sécrétion, caractéristique de la spermatogénèse affirmée.

Notre attention fut bientôt arrêtée par l'aspect que présentaient certaines préparations. C'étaient des

coupes de testicule fixées par le liquide de BOUIN et traitées par l'hématoxyline au fer, d'après la méthode de BENDA (*fig. 7, 8 et 9*).

Sur les coupes à moitié décolorées, nous voyions les cellules de Sertoli apparaître comme des masses sombres tranchant fortement sur le reste de l'épithélium séminifère. En continuant à décolorer très lentement, la colonne sertolienne s'éclaircissait peu à peu et devenait complètement incolore, sauf à sa base où restait, en dernier lieu, une large tache sombre (*fig. 9*). En

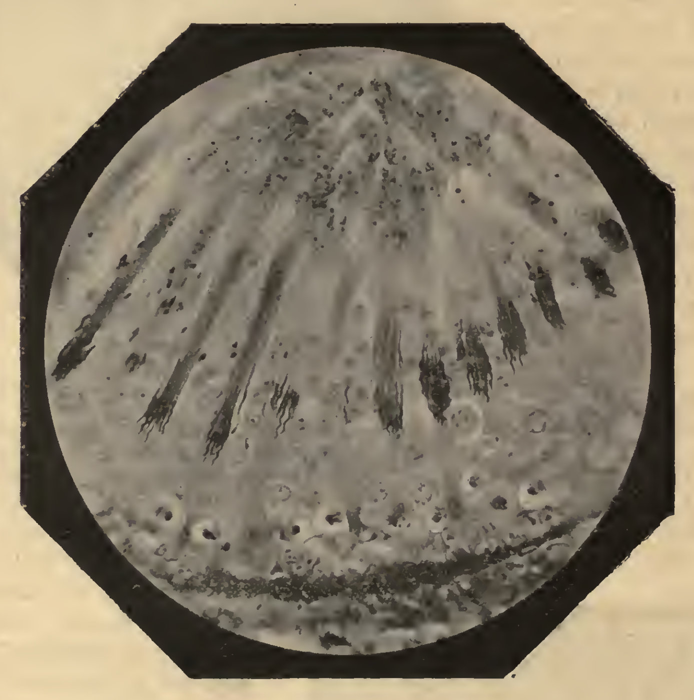


FIG. 8. — Photographie d'une portion d'épithélium séminifère de Moineau. Liquide de Bouin, hématoxyline au fer, baume. Zeiss. oc. à proj. n° 4; obj. imm. 3mm, bec Auer à 1 mètre; pose 5 minutes. Clichés et épreuves sans aucune retouche.

examinant cette région avec un fort grossissement, nous trouvions de nombreuses granulations arrondies plus ou moins grosses, souvent un semis de petits grains au milieu desquels on distinguait de fins filaments (*fig. 10 et 11*). Ces formations étaient surtout nombreuses autour du noyau et constituaient souvent, autour de lui, une enveloppe en forme de corbeille; puis partant de cette région, nous les voyions s'élever dans la colonne sertolienne, mais jamais grains ni filaments n'atteignaient la région des spermatozoïdes; ils restaient toujours loin d'eux, cantonnés à la base de la cellule de Sertoli.

REGAUD dit que BENDA avait déjà décrit ces formations sous le nom de mi-

tochondries; nous avions fait ce rapprochement avant lui, mais pour combattre la signification contractile que leur attribuait Benda (6, p. 158). Pour nous, nous avons cru voir, dans ces granulations se produisant périodiquement à l'intérieur d'une cellule glandulaire, l'expression histologique d'une véritable sécrétion et, dans les filaments, quelque chose de comparable à l'ergastoplasma de Bouin et Garnier.

C'est cette double interprétation que Regaud ne veut pas admettre. Il

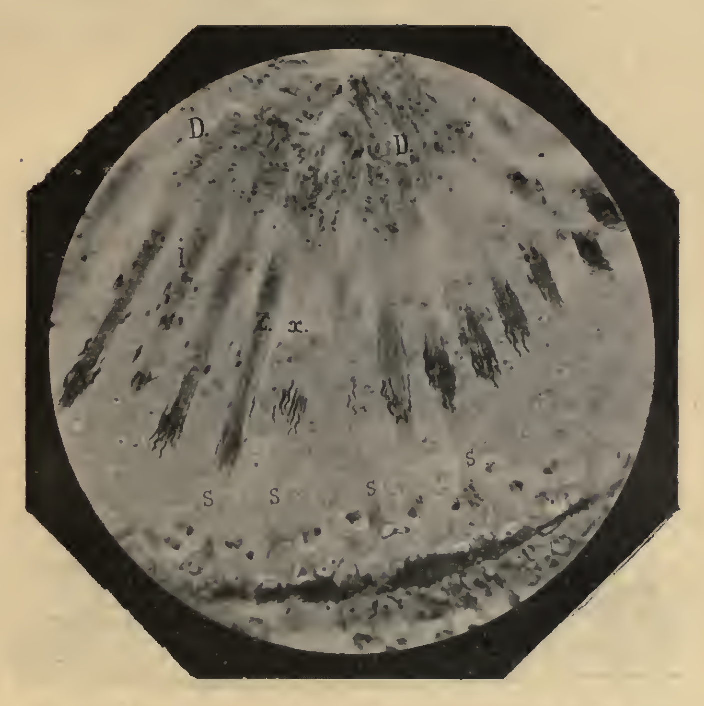


Fig. 9. — Même photographie. Épreuve légèrement retouchée en certains points. *S*, cellules de Sertoli montrant à la base leur produit de sécrétion; *I*, spermatides en transformation; *Z*, spermatozoïdes; *x*, groupe de spermatides au début de leur transformation.

persiste à attribuer aux filaments sertoliens une signification contractile, sans avoir lu les arguments que nous avons opposés à cette théorie[1]. Quant aux granulations sphériques qui sont surtout évidentes et nombreuses, il ne peut émettre à leur sujet, dit-il, aucune opinion motivée (11, p. 585). « Je n'ai pas encore pu, dit-il autre part (12, 204), me procurer des testicules de

1. Dans notre mémoire sur le Moineau, nous avons simplement rapproché ces filaments des formations ergastoplasmiques sans y insister davantage. Regaud combat ce rapprochement par des arguments spécieux. Nous ne le suivrons pas ici dans sa critique, car nous ne savons ni l'un ni l'autre ce que c'est, en réalité, que l'ergastoplasma.

Moineau au stade convenable fixés par le mélange de Bouin, pour reproduire les préparations de l'auteur. » Cela ne l'empêche pas d'affirmer, dans la même page : « Ce que Loisel a vu, ce n'est sûrement pas le véritable produit de sécrétion. » Et alors une conclusion toute simple sort de sa plume : « Loisel *n'ayant pas observé* la sécrétion séminale du Moineau.... les interprétations,

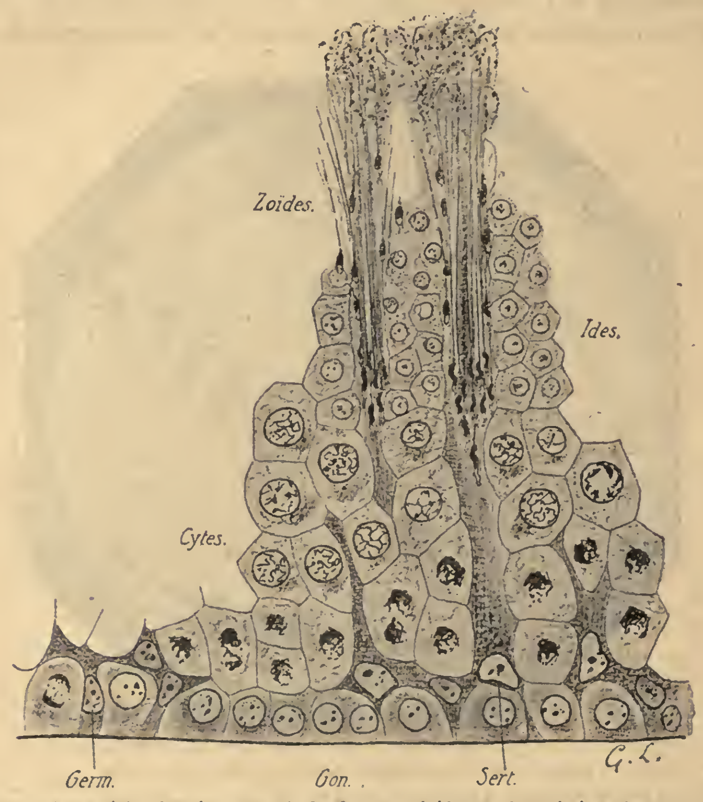


Fig. 10. — Autre région du même testicule des figures précédentes, dessinée à la chambre claire à un plus fort grossissement.

déductions et théories générales *qu'il s'est plu à formuler* au sujet de la sécrétion séminale ne reposent pas sur une base solide et je crois même qu'elles ne sont pas davantage acceptables[1]. »

Sur quoi donc Regaud s'est-il basé pour trancher la question avec une

1. Voici le passage dans son entier « Loisel n'ayant pas observé la sécrétion séminale du Moineau, et les figurations qu'il prétend se rapporter à cette sécrétion en qualité d'ergastoplasma n'ayant probablement pas cette signification, rien ne l'autorisait à assimiler ces figurations aux éléments de sécrétion que j'ai découverts chez les Mammifères. Les interprétations, déductions et théories générales..... etc. » (P 206.)

telle assurance ? C'est tout simplement sur une technique un peu spéciale qu'il avait appliquée à l'étude de la spermatogénèse chez les Mammifères et qui lui avait montré, dans les cellules de Sertoli, des formations dont certaines sont tout à fait différentes, en effet, de ce que nous avons vu nous-même.

Dans notre mémoire, nous n'avions fait que citer ces résultats ; nous n'avions pas voulu les discuter car, à beaucoup d'indices, nous avions cru voir, dans une partie de ce que Regaud prenait pour la véritable sécrétion séminale, de simples productions artificielles. Cet auteur nous force aujourd'hui à montrer en quoi et comment il s'est trompé. Pour cela nous allons

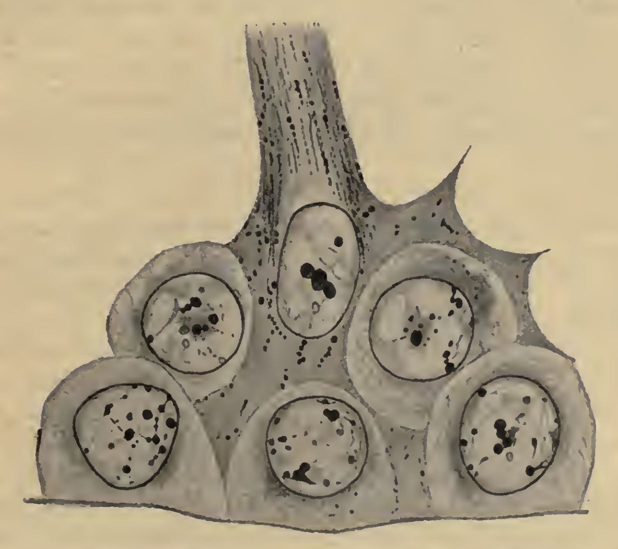


Fig. 11. — Photographie d'un dessin de notre mémoire (6, pl. V), montrant la base d'une cellule de Sertoli traitée comme dans la figure 8 et vue à un plus fort grossissement.

nous servir des résultats que nous avons obtenus nous-mêmes en appliquant la technique suivie par Regaud ; nous utiliserons aussi des préparations que cet histologiste a bien voulu nous envoyer, sur notre demande, et dont nous sommes heureux de pouvoir le remercier ici. Ces envois de pièces sont un excellent moyen d'étude surtout quand elles déterminent des échanges d'idées de part et d'autre ; seulement il faudrait faire ces échanges avant de soumettre le point en litige au grand public.

La technique préconisée est résumée ainsi par Regaud lui-même (11, p. 199) : « Fixation du testicule par le mélange de Tellyesniczky (solution aqueuse de bichromate de potasse à 3 p. 100, 100 volumes, — acide acétique 5 volumes), coloration des coupes par un procédé dû à Weigert (mordançage à l'acétate de cuivre, coloration par l'hématoxyline, différenciation par un mélange de borax et de ferricyanure de potassium. » Ajoutons qu'il faut

laisser les coupes pendant vingt-quatre heures dans l'acétate de cuivre à une température de 40°.

Cette technique est en effet extrêmement facile, comme le fait remarquer son auteur; elle ne semble présenter aucune difficulté, même pour un débutant, aussi faut-il tout d'abord s'étonner qu'on ne puisse obtenir facilement les résultats indiqués par Regaud. Pour nous, nous avons appliqué cette technique à plusieurs types de Mammifères et d'Oiseaux, nous avons employé successivement trois sortes d'hématoxyline (une venant de la Société centrale de produits chimiques de Paris, les deux autres fournies par Grübler); malgré tous ces essais, nous n'avons obtenu des résultats que chez le Moineau, le Foudi, le Cobaye et encore dans quelques coupes seulement. Cette technique a présenté la même infidélité dans les résultats, entre les mains de l'auteur lui-même. Chez le Cobaye elle nous a montré les prétendus produits de sécrétion, alors que Regaud dit n'avoir jamais pu obtenir de résultats chez cet animal (10, p. 295).

Une seconde remarque qu'il faut faire, c'est que cette technique fixe mal l'épithélium séminifère, le rend vacuolaire et fait même souvent apparaître, dans son intérieur, de grandes lacunes. En examinant les préparations faites par Regaud lui-même, nous avons pu voir que cette mauvaise fixation tenait bien à la méthode et non à notre manière de l'employer[1].

Étudions de près, maintenant, les formations que Regaud a trouvées avec sa technique et qu'il considère comme étant la véritable sécrétion séminale. Ces formations se présentent sous deux aspects : *vésicules* et *grains* (*fig. 12*) :

Les *vésicules* sont de différentes grosseurs ; les unes petites, semblables à des grains ; la plupart très grosses dépassant même souvent la taille des éléments cellulaires ; leur forme est des plus irrégulières, ce qui permet de supposer, dit Regaud, que le produit de sécrétion est contenu dans des vacuoles protoplasmiques mobiles et changeantes. Elles ont une enveloppe colorée en noir, souvent discontinue et un contenu incolore[2] ; elles confluent

---

1. Dans la lettre qui accompagnait l'envoi de ses préparations, Regaud nous faisait remarquer lui-même cette insuffisance de fixation, mais il l'expliquait en nous disant qu'il est très difficile d'obtenir une bonne fixation des testicules des Oiseaux.

Cette opinion résulte évidemment, là encore, de recherches faites d'une façon trop hâtive. Il est au contraire très facile, avec quelque habitude, d'obtenir d'excellentes fixations, avec les liquides de Bouin, de Flemming, d'Altmann, d'Hermann, et à un moindre degré, avec celui de Lenhossek. C'est, du reste, ce qu'il est facile de voir par les photographies que nous reproduisons ici.

2. Cette partie de la description de Regaud ne concorde pas avec ce que nous avons vu, soit dans les préparations qu'il nous a envoyées, soit dans les nôtres. Leur contenu nous a toujours paru coloré en bleu d'outremer ou en violet pâle; d'un autre côté, l'enveloppe colorée que signale Regaud dans les vésicules du Moineau nous a paru être un simple phénomène d'optique; cette enveloppe paraît bien exister, au contraire, dans les vésicules du Rat.

fréquemment les unes dans les autres. On trouve ces vésicules dans la région



Fig. 12. — D'après Regaud (10, p. 203). Coupe d'un tube séminifère de Moineau, tué au mois d'août. Fixation par le mélange de Tellyesniczky, coloration par la méthode de Weigert.

S, spermatocytes; *d*, couche des détritus; *g*, spermatogonies; *sp.* 1, spermatozoïdes presque mûrs, dont les noyaux sont fortement colorés; *sp.* 2, spermies de deuxième génération (?); *sp.* 3, spermies de troisième génération (spermatides) disposées en colonnes entre les faisceaux de spermatozoïdes; *S*, noyaux de Sertoli; *v*, vésicules de sécrétion.

des spermatogonies, des noyaux de Sertoli et des spermatocytes; mais la plupart d'entre elles sont situées dans les faisceaux de spermatozoïdes.

Les *grains* sont toujours noirs, anguleux et se trouvent surtout dans la couche des détritus située du côté des queues des spermatozoïdes. On n'en trouve pas dans l'intérieur des spermatides.

Tout d'abord il y a là, chez le Moineau, une particularité qui aurait dû frapper Regaud. C'est la présence des prétendus grains de sécrétion dans une région (couche des détritus) où il n'y a pas d'éléments cellulaires et où le rôle nourricier qu'il leur attribue n'a plus de raison d'être.

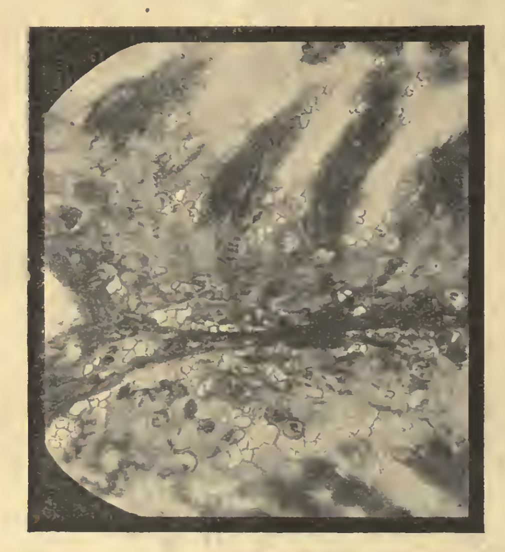


Fig. 13. — Photographie d'une coupe de testicule de Moineau traitée par la méthode de Regaud.
Le flou des éléments cellulaires tient à l'épaisseur de la coupe. Le contour des vésicules a été accentué sur l'épreuve.

C'est là une première erreur de Regaud; il a considéré les vésicules et les grains de la couche des détritus comme appartenant à une seule et même substance, ce qui est inexact. La distinction était pourtant facile. D'abord la forme des grains est toujours sphérique[1] et leur contenu homogène; ensuite ils sont formés d'une substance particulière, car ils se colorent différemment des vésicules : alors que celles-ci étaient bleues ou violettes, dans nos préparations du Moineau et dans celles de Regaud, les grains étaient toujours noirs; de plus on peut colorer très facilement ces grains par d'autres colorants tels que la safranine et le bleu de Umna; on peut même les voir, sans coloration, après fixation prolongée à l'acide osmique; enfin la substance qui compose ces grains peut renfermer du fer, comme nous l'avons vu chez le Moineau; tels sont les caractères spéciaux qui n'existent pas pour les vésicules.

La présence de ce fer, la situation même des grains dans la couche des détritus protoplasmiques, semblent bien indiquer qu'ils proviennent de la

1. Regaud dit qu'ils sont anguleux et il les figure dans son dessin sous l'aspect d'un semis de grains de charbon concassé; cela tient au mauvais état des préparations de Moineau qu'il a observées. On les voit en effet parfaitement sphériques, ou plutôt régulièrement arrondis, sur les pièces fixées dans des conditions ordinaires, c'est-à-dire sans chauffage ni mordançage (Voir nos photographies fig. 8 et 23).

dégénérescence de la partie du corps des spermatides non utilisée à la constitution de spermatozoïdes[1].

Voilà donc une des deux formes de la prétendue sécrétion séminale de REGAUD qu'il ne nous est pas possible de prendre; étant donnés ses caractères, sa situation et son origine, pour un produit de sécrétion véritable.

Étudions maintenant l'autre forme, celle des vésicules.

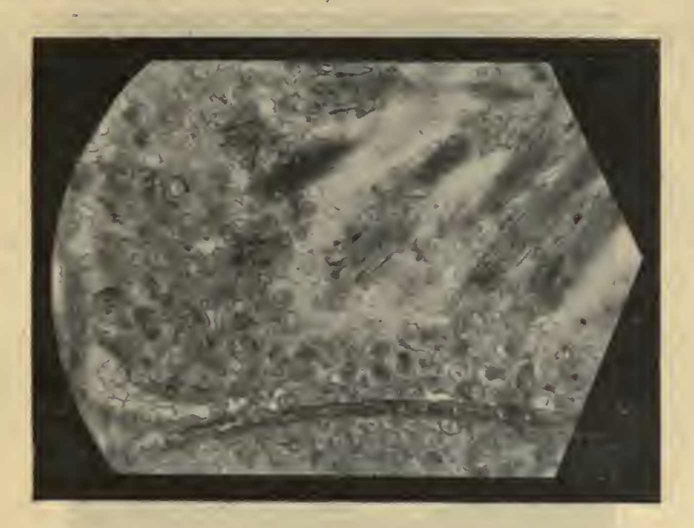


FIG. 14. — Comme dans la figure 13. Autre région du même testicule.

Plusieurs histologistes qui ont vu ces vésicules dans les préparations de REGAUD et auxquels nous en avons parlé, ont d'abord été frappés par l'étrangeté d'un pareil produit de sécrétion. La grosseur de ces vésicules, leur polymorphisme extrême, leur abondance extraordinaire telle, qu'en certains points, la vie normale des cellules ne paraît plus possible, tout cela ne rappelle en rien, en effet, aucune sécrétion figurée connue. Il pouvait se faire cependant que REGAUD ait découvert quelque chose de tout à fait particulier; c'est pourquoi nous devons pousser plus loin notre étude, sans nous arrêter à de simples apparences.

Nous remarquons immédiatement que les vésicules apparaissent dans des tubes séminipares où on ne voit pas de cellules de Sertoli en activité (voir le dessin de REGAUD, *fig. 12*) et dans des endroits (les faisceaux de spermatozoïdes et la couche des détritus) très éloignés des cellules germinatives. Il n'est donc pas possible de voir, dans ces vésicules, une sécrétion spéciale

1. Nous ne nous occupons guère ici que des Oiseaux; chez les Mammifères, on trouve, dans les spermatides, des granulations (mitochondries de BENDA et MEVES) que REGAUD a probablement encore prises pour ses grains de sécrétion.

des cellules de Sertoli ou des cellules germinatives. Il nous semble même qu'on ne peut y voir une sécrétion propre à l'épithélium séminifère puisque Regaud, lui-même, a trouvé les mêmes vésicules dans des organes : épididyme, ovaire, capsules surrénales, rein, etc., à propos desquels évidemment on ne saurait parler de sécrétion séminale.



Fig. 15. — Portion d'une coupe de testicule de Rat. Fixation par le mélange de Tellyesniczky, coloration par la méthode de Weigert. (Photographie d'une préparation de Regaud : Zeiss. oc. proj. n° 4, obj. imm. 3mm, bec Auer à un mètre, pose 8 minutes.)

a, bordure d'un canalicule séminifère. En cet endroit on voit des traces d'une demi-dessiccation. — *b*, espace intercanaliculaire déformé par la technique employée. — *c*, bordure d'un autre canaliculaire.

A cela Regaud nous répondra probablement par une phrase que nous trouvons dans une de ses dernières publications (11, p. 584) : « De ce que des produits de sécrétion, dit-il, ont une réaction chimique commune il ne s'ensuit pas, bien entendu, qu'ils sont identiques. »

Mais alors comment cet auteur fait-il pour se reconnaître dans la « foule de produits » (c'est son expression) colorés par sa méthode. Où a-t-il vu que les grains et les vésicules représentent un même produit de sécrétion, puisqu'ils n'ont pas la même forme et que la réaction chimique commune qu'ils présentent ne signifie rien? Comment a-t-il pu dire que la sécrétion séminale apparaissait d'abord dans des cellules interstitielles, se dissolvait ensuite, se reconstituait plusieurs fois en traversant l'épithélium séminifère et finalement venait se reformer dans les spermatides? Comment sait-il que c'est

toujours la même substance qui voyage ainsi, s'il ne peut se baser, pour la reconnaître, ni sur des caractères morphologiques, ni sur des caractères chimiques particuliers?

Tous les histologistes en conviendront avec nous, il est déjà assez bizarre de voir des organes très différents donner lieu à des produits de sécrétion qui paraissent identiques. Mais où l'étonnement sera plus grand, croyons-nous, c'est quand nous dirons que les vésicules de Regaud se retrouvent, avec la même abondance que dans le testicule, dans toute l'épaisseur des parois des vaisseaux de cet organe (dans l'endothélium, les fibres lisses et le tissu conjonctif (*fig. 16*) et dans la coque conjonctive du testicule (*fig. 17*). Dans cette coque,

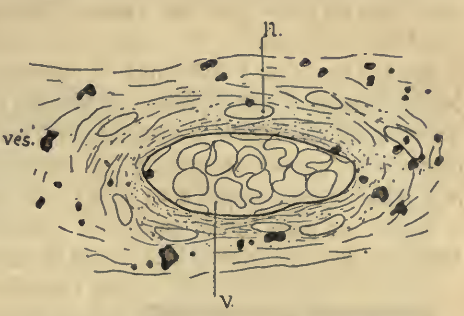


Fig. 16. — Coupe transversale d'un vaisseau sanguin du testicule de Rat, traité par la méthode de Regaud.

n, noyaux; *vés*, prétendus vésicules de sécrétion ; *v*, cavité du vaisseau.

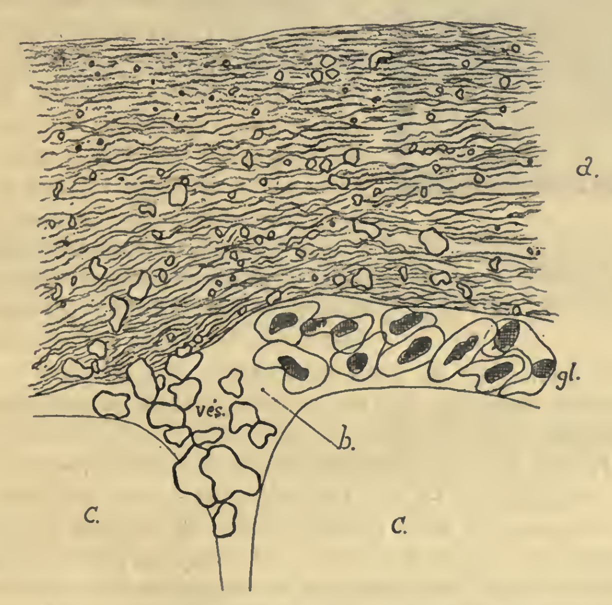


Fig. 17. — Paroi de la coque conjonctive du testicule de Moineau, traité par la méthode de Regaud.

a, coque renfermant de prétendues vésicules de sécrétion (*vés*); *gl*, globules sanguins ; *b*, espace conjonctif; *c*, tubes séminipares représentés par leur contour.

pas plus du reste que dans les couches musculaires et fibreuses des vaisseaux, on ne trouve en effet aucun élément cellulaire capable de produire une telle sécrétion.

Regaud se serait donc trompé en attribuant à ses vésicules, non seulement la signification d'une sécrétion séminale, mais même celle d'une sécrétion quelconque. Ces vésicules seraient-elles tout simplement le produit artificiel d'une technique défectueuse ? C'est une conclusion à laquelle nous arrivons déjà logiquement, et que nous allons encore consolider.

Si l'on examine attentivement les vésicules de Regaud, dans les préparations, en faisant varier délicatement la mise au point ; si, plus simplement, on regarde le dessin de Regaud, que nous reproduisons ici (*fig. 12*), on remarque bientôt que beaucoup des vésicules sont placées *au-dessus* des cellules séminales, c'est-à-dire dans un plan supérieur à celles-ci. Un examen minutieux, dit Regaud, permet d'affirmer que les vésicules sont situées dans le syncytium intermédiaire (corps des cellules germinatives et des cellules de Sertoli). Mais nous lui ferons remarquer qu'il a figuré lui-même des vésicules dans des régions où n'existe pas ce syncytium : voir par exemple, dans son dessin (*fig. 12*), la grosse vésicule située *sur* la deuxième colonne de spermatides, prise en comptant à partir de la droite. D'un autre côté, nous avons dit que la technique employée par Regaud faisait apparaître souvent de grandes lacunes produites par des destructions partielles de l'épithélium séminifère. Or ces lacunes se montrent bourrées de prétendues vésicules de sécrétion, non seulement dans nos propres préparations, mais encore dans celles de Regaud.



Fig. 18. — Photographie d'une coupe de testicule de Moineau traitée par la méthode de Regaud ; préparation non colorée et ayant subi une demi-dessiccation.

Enfin, l'aspect que présentent les globules sanguins traités par la méthode de cet histologiste (*fig. 16 et 17*) est une autre preuve que cette méthode altère profondément le corps protoplasmique des éléments cellulaires ; les noyaux résistent mieux, mais certains sont déformés, plissés et c'est encore à cette méthode qu'il faut attribuer le polymorphisme et les plissements que Regaud avait observés sur les noyaux de Sertoli.

En définitive, si les *grains* de Regaud répondent bien à une réalité physiologique (mais avec une attribution différente de celle de cet auteur), nous pensons que la plupart des *vésicules* sont des produits artificiels. Elles résultent sans doute d'une altération du protoplasma allant jusqu'à la des-

truction partielle [1]. S'il peut y avoir là matière à discussion, il me semble qu'il ne saurait y en avoir pour la technique particulière préconisée par Regaud; cette technique est complètement à rejeter ici, puisqu'elle est infidèle, et que de l'avis même de cet auteur, elle fixe très mal l'épithélium séminifère des Oiseaux.

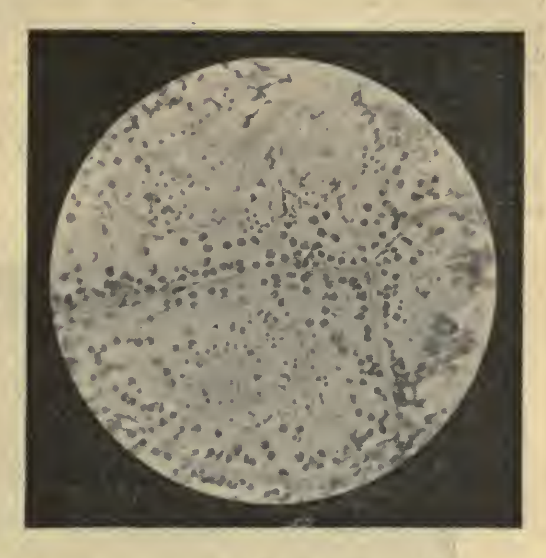


Fig. 19. — Portion de la même coupe plus grossie
Comparer les formations artificielles photographiées ici aux vésicules de Regaud représentées figure 22.

Regaud dit dans son travail sur le Moineau (12, p. 210) que Broman « a trouvé chez l'Homme des phénomènes de sécrétion tout à fait semblables à ceux que j'ai décrits chez d'autres Mammifères. Sa description, continue Regaud, confirme la mienne point par point ».

C'est peut-être donner beaucoup d'importance à une ou deux phrases incidentes que l'on trouve dans le mémoire de Broman; mais surtout ce n'est pas absolument exact. D'abord Broman dit que ses vésicules en corbeille ont une ressemblance frappante avec les vésicules mitochondrales de Meves (sans leur attribuer toutefois la même signification physiologique), et il ne les compare nullement à celles de Regaud.

De plus, les deux sortes de vésicules ont une réaction chimique différente : les

1. Peut-être faut-il ajouter à la technique une déshydratation trop brusque des coupes allant dans certaines coupes jusqu'à la demi-dessiccation. Nous avons obtenu, en effet, de cette façon, des productions qui rappellent à beaucoup de points de vue les vésicules de Regaud. Comme le montrent les photographies (*fig. 18 à 21*), non seulement la situation de ces productions est la même, mais encore leur grosseur, leurs formes et la bordure plus sombre de certaines répondent bien aux descriptions de Regaud.

Nous rapportons encore ici un dessin de Regaud (*fig. 22*) qui montre de prétendues gouttelettes de sécrétion obtenues en traitant un follicule ovarien de Chienne. Si l'on compare ce dessin à la photographie (19) qui a été faite au même grossissement, on trouvera certainement une très grande ressemblance entre les formations contenues dans l'ovule et celles contenues dans le testicule. Or, ces dernières ont été obtenues en faisant agir une demi-dessiccation sur une coupe traitée par la méthode de Regaud.

Tout cela montre, évidemment, combien il faut accueillir avec réserve les derniers résultats de Regaud qui reposent exclusivement sur l'emploi d'une méthode aussi dangereuse.

premières sont mises en évidence par le liquide de HERMANN; celles de REGAUD, au contraire, ne se colorent par aucun mélange osmique.

Du reste, nous ne saurions admettre les résultats obtenus par BROMAN sans vérification. Cet auteur dit lui-même n'avoir pu obtenir ses vésicules en corbeille, ni chez les Sélaciens, ni chez les Amphibiens. Chez l'Homme, il ne les a vues que chez deux suppliciés et encore, seulement, ajoute-t-il, dans certaines préparations (voir p. 116 et 117 du mémoire de BROMAN; voir également p. 165 de notre mémoire [6]).

2° La sécrétion sertolienne appartient-elle à l'ordre des sécrétions internes ou à celui des sécrétions externes? — « Il est superflu, à mon avis, dit REGAUD (12, p. 208), de discuter longuement cette question; les



FIG. 20. — Comme dans la figure 14; photographie obtenue à un plus fort grossissement.

faits que j'ai exposés en détail ailleurs ne permettent pas de supposer, même un instant, que la sécrétion séminale soit interne. Il est actuellement acquis — et je crois avoir contribué à cette acquisition — que ce sont les cellules interstitielles qui sont l'agent de la sécrétion interne du testicule. »

Voilà, certes, des affirmations qui montrent une grande confiance en soi-même. Malheureusement, elles montrent aussi une connaissance insuffisante de la question.

D'abord Regaud se trompe complètement s'il pense, comme cela paraît être, que les cellules interstitielles sont *le seul* agent de la sécrétion interne du testicule. Il n'y a pas d'animaux, en effet, où les effets de cette sécrétion soient plus nets que chez les Oiseaux ; à chaque printemps la réapparition de cette sécrétion vient donner une activité toute spéciale à l'organisme mâle, et change même souvent, du tout au tout, la coloration de son plumage. Or Regaud sera sans doute bien étonné d'apprendre qu'à cette époque le testicule des Oiseaux ne renferme pas, ou très peu, de cellules interstitielles ; pendant l'hiver, au contraire, quand le testicule est rentré

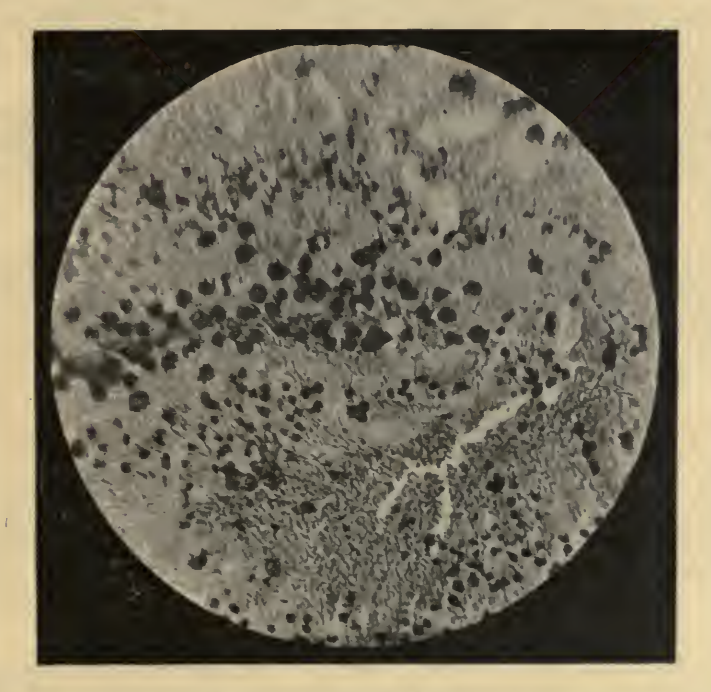


Fig. 21. — Comme dans la figure 16.
Comparer les formations artificielles, représentées dans ces deux figures, aux vésicules de Regaud photographiées au même grossissement, figure 15.

en repos, ces cellules réapparaissent en abondance. Aux deux époques du reste, elles ne montrent, dans leur intérieur, aucune trace d'activité glandulaire[1].

D'autre part, les recherches que nous avons faites, non seulement chez

1. Ceci est entièrement vrai chez le Moineau et chez le Foudi. Chez le Combassou et chez le Serin, nous avons trouvé, dans ces éléments, quelques sphérules graisseuses.

les Oiseaux (Moineau, Serin, Foudi, Combassou, Canard, Colin et Poulet) mais encore chez les Mammifères (Cobaye, Chien, Chat, Chauve-Souris), nous ont montré que *la sécrétion interne du testicule provient des cellules germi-*

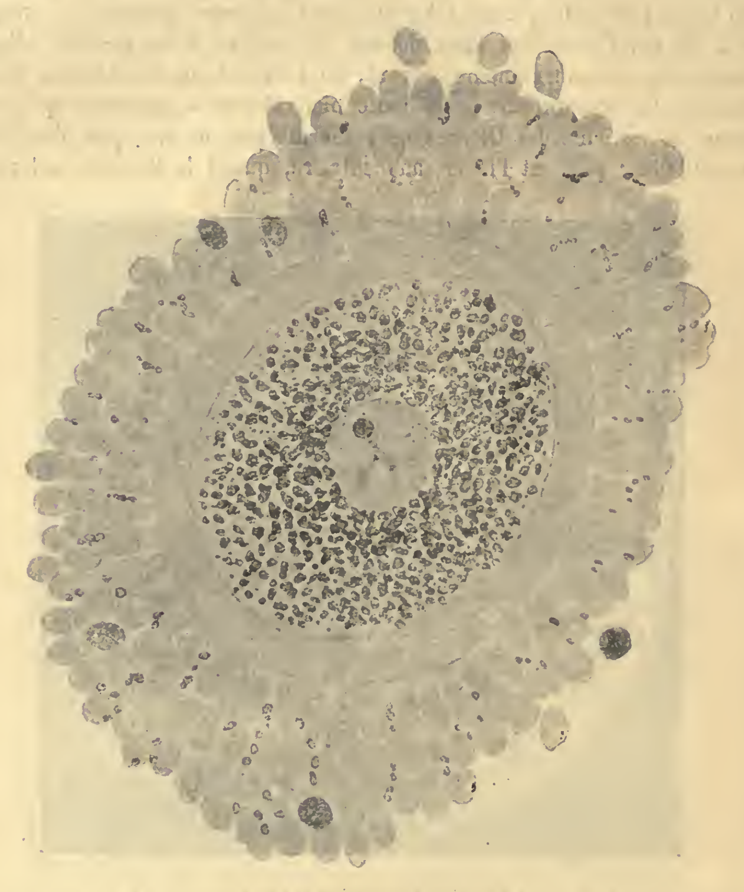


FIG. 22. — D'après REGAUD et POLICARD (*Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, 1901).
Ovule et follicule de Chienne traités comme dans la figure 12.
Comparer les prétendues vésicules de sécrétion représentées ici aux formations artificielles photographiées figure 19.

natives et de leurs dérivées, les cellules de Sertoli, soit exclusivement, soit concurremment avec les cellules interstitielles du testicule.

Nous avons montré en même temps que cette double origine (extra- et intratubulaire) était en réalité la même, car les cellules interstitielles et les cellules germinatives des tubes séminipares sont des cellules-sœurs dérivant l'une et l'autre d'une même formation embryonnaire.

Nous ne reviendrons pas sur ces démonstrations qu'on trouvera en partie dans notre mémoire, en partie dans d'autres publications plus récentes (voir 7 et 8). Nous avons figuré plus haut (*fig. 5 et 6*) cette sécrétion dans l'intérieur de deux tubes séminipares, photographiés à deux stades différents de développement.

Quant à dire maintenant comment et par où la sécrétion des cellules germinatives et des cellules de Sertoli passe dans le courant sanguin pour jouer le rôle de sécrétion interne, nous ne saurions le faire.

Pendant la durée de la préspermatogénèse, cette sécrétion ne peut s'écouler par la lumière des tubes séminipares, puisqu'à cette époque ces tubes se présentent, chez le Moineau et chez le Foudi du moins, sous l'aspect de cordons cellulaires pleins (*fig. 5*). Plus tard, quand la lumière des tubes séminipares est formée, il est probable que la sécrétion sertolienne s'écoule en partie, sinon en totalité, par cette voie pour être réabsorbée plus loin, dans une région quelconque des voies excrétrices du testicule (voir notre mémoire — 6, p. 150). Nous aurions là alors un processus de sécrétion semblable à celui que Pettit et Girard ont décrit dernièrement chez les Poissons (9).

Mais enfin, pourrait-on dire, et nous trouvons cette objection formulée par avance dans le travail de Regaud sur le Moineau, les spermatozoïdes rejetés du testicule dans les voies excrétrices sont accompagnés d'un liquide vecteur. Ce liquide n'est donc pas le produit de la véritable sécrétion séminale ?

Non certes et Regaud se trompe encore lorsqu'il fait provenir ce liquide vecteur (d'ailleurs très peu abondant) de la sécrétion des cellules de Sertoli.

L'erreur est d'autant plus étonnante que l'on connait depuis longtemps la liquéfaction subie par les parties protoplasmiques des spermatides qui n'ont pas pris part à la formation des spermatozoïdes. C'est l'ensemble de ces parties qui constitue la *couche des détritus* des auteurs d'où dérive le liquide vecteur. Chez les Oiseaux, cette couche n'a aucun rapport de voisinage avec les cellules de Sertoli, et les granulations qu'elle renferme ont des caractères tout à fait particuliers, comme nous l'avons vu plus haut. D'un autre côté, ce ne peut être la sécrétion sertolienne qui détermine la chute des spermatozoïdes mûrs et les entraîne dans les voies d'excrétion comme l'a écrit Regaud. En effet, nous avons montré, chez le Moineau, que ces deux phénomènes : sécrétion sertolienne et chute des faisceaux de spermatozoïdes dans la lumière des canalicules, étaient complètement indépendants l'un de l'autre.

Il est probable du reste qu'au liquide vecteur testiculaire vient s'ajouter, dans l'épididyme et dans le canal déférent, une véritable sécrétion externe [1].

---

1. Voir les travaux de Aigner (1) et de Henry (16), par exemple.

3° **Sur le rôle de la sécrétion sertolienne.** — A la suite de nos travaux sur le Moineau et des publications qui ont suivi, nous avons résumé ainsi le rôle de la sécrétion interne du testicule, dont la sécrétion sertolienne n'est évidemment qu'une forme :

La sécrétion interne du testicule a pour rôle de retirer, à l'organisme mâle, certaines substances, dont de la graisse ; de transformer ces substances en produits solubles qui vont activer le métabolisme des cellules séminales, en même temps que celui des cellules somatiques.

De cette double action résulte :

1° Dans le testicule :

a) *La transformation de l'épithélium séminal simple du testicule en repos en épithélium stratifié du testicule fonctionnel ;*

b) *Des phénomènes de tactisme qui provoquent, peut-être, et coordonnent, sans doute, la transformation des spermatides en spermatozoïdes ;*

c) *L'apparition de pigments que l'on constate très fréquemment dans l'intérieur du testicule.*

2° Dans l'organisme en général :

a) *La production des caractères sexuels secondaires du mâle, spécialement ceux qui concernent la pigmentation ;*

b) *L'activité plus grande de l'organisme mâle, surtout aux époques du rut ;*

c) *L'amaigrissement correspondant du mâle.*

Regaud ne combat pas expressément ces conclusions que nous n'avions ni développées ni même toutes énoncées dans les notes qu'il avait seulement lues. Il se contente de dire : « Les opinions exprimées par Loisel au sujet de la signification physiologique de la sécrétion séminale ont un caractère surtout spéculatif, puisqu'il n'a pas observé cette sécrétion chez le Moineau, et qu'il ne tient pas compte de mes observations antérieures chez les Mammifères (10, p. 207)[1]. »

Nous ne chicanerons pas Regaud sur l'expression « caractère spéculatif », qu'il a cru devoir employer ici. Nous le prions seulement de lire nos travaux en entier. Il y verra une autre critique à laquelle nous aurions aimé le voir répondre, c'est celle d'une théorie qu'il soutient encore au sujet du prétendu rôle de la cellule de Sertoli dans la nutrition des éléments séminaux.

« La négation du rôle nourricier des cellules de Sertoli m'apparaît comme

---

1. Regaud se trompe encore ici ; nous avons parfaitement tenu compte de ses observations sur les Mammifères. Voici en effet ce que nous avons écrit (6, p. 151) : « C'est Regaud le premier qui, en 1900, a montré, chez les Mammifères, la présence de cette sécrétion chromophile que nous retrouvions nous-même quelque temps après chez le Moineau », sous une autre forme, aurions-nous dû ajouter. Dans le même mémoire le nom de Regaud se retrouve à chaque instant ; il est vrai que c'est le plus souvent pour combattre ses opinions.

un paradoxe, dit-il (12, p. 208), et c'est avec curiosité que j'attends les explications annoncées par Loisel. »

Cette curiosité est satisfaite maintenant, nous l'espérons, car Regaud a pu lire les objections que nous avons présentées à cette théorie (6, p. 155 et suiv.). Nous allons lui fournir, à ce sujet, d'autres objections encore, objections qui nous ont été suggérées par la lecture de son propre travail sur le Moineau.

Il nous dit, dans ce travail, que les grains de sécrétion contenus dans la couche des détritus représentent une des formes du matériel nourricier. Je pourrais comprendre encore cela chez le Cobaye où ce sont les têtes des spermatozoïdes qui plongent dans cette couche de détritus. Mais, chez le Moineau, c'est tout le contraire; la couche des détritus est à l'opposé des faisceaux; faut-il donc admettre que les spermatozoïdes du Moineau se nourrissent par la queue? Certes, nous ne sommes plus à l'époque où on voyait, dans les spermatozoïdes, des animalcules avec une tête et une bouche. Mais, enfin, pour supposer que la nutrition de ces éléments se fait par leur partie la plus effilée et la plus singulièrement différenciée, faudrait-il encore nous montrer quelques faits indicateurs.

Page 210 de son travail (12) Regaud nous dit encore que le produit de sécrétion, matériel nourricier, passe des cellules de Sertoli dans le corps des spermatides. Nous pourrions d'abord nous étonner que les cellules de Sertoli limitent leur distribution bienfaisante aux seuls spermatides, négligeant ainsi les spermatogonies et les spermatocytes.

Mais, si on examine les spermatides du Moineau eux-mêmes, en particulier ceux figurés par Regaud, nous ne voyons absolument rien, ni grain, ni vésicule, dans l'intérieur du corps de ces cellules. Du reste le texte de Regaud nous dit, au même endroit, que le produit de sécrétion n'existe que dans le protoplasma syncytial. Comment donc cet auteur s'y prend-il pour justifier son affirmation précédente?

Enfin, si la graisse que l'on observe dans les cellules de Sertoli fait partie du matériel nourricier des cellules séminales, comme le croit Regaud, comment explique-t-il alors que cette graisse se trouve justement en plus grande abondance, chez les Oiseaux, à une époque où il n'existe encore ni spermatides, ni spermatozoïdes?

Nous avons vu plus haut que Regaud attribuait encore à la cellule de Sertoli une fonction contractile : les fins filaments qu'elle renferme iraient chercher les spermatozoïdes et les attireraient, en se contractant, vers le noyau de la cellule de Sertoli; c'est ainsi qu'il explique, à la suite de Benda, la fasciculation des spermatozoïdes dans le testicule. Il ajoute cependant à l'idée de Benda en donnant une finalité à cette rétraction; c'est pour permettre, dit-il, aux éléments séminaux de venir chercher leur nourriture dans la cellule de Sertoli. Est-ce que, décidément, ils auraient une bouche?

Nous retrouvons ces mêmes idées dans son travail chez le Moineau[1], mais là il nous paraît abandonner l'importance qu'il attribuait tout d'abord à la présence de fibrilles dans la cellule de Sertoli. « On sait, dit-il, que la structure fibrillaire est ordinairement l'indice anatomique de la contractilité. Cet argument n'a qu'une valeur de logique. » (12, p. 212.) Il le remplace par d'autres arguments vraiment trop faibles, on pourrait même dire trop peu scientifiques pour que nous puissions nous y arrêter[2].

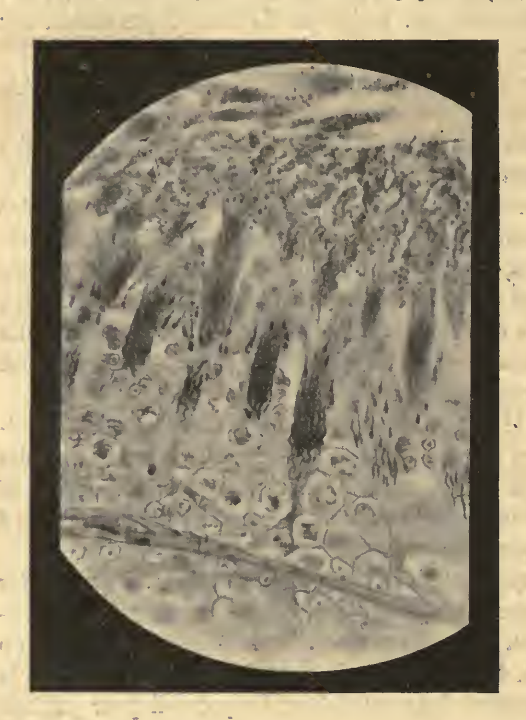


Fig. 23. — Photographie d'une portion d'épithélium séminifère de Moineau, même traitement que figure 6.

Cette figure montre le groupement des jeunes spermatozoïdes en faisceaux.

Nous le renvoyons, là encore, à notre mémoire sur le Moineau (6, p. 158), où nous avons montré l'invraisemblance de la contractilité sertolienne et son impossibilité même chez certaines espèces. Benda et Regaud ont pris pour une contractilité véritable le retour de la cellule de Sertoli à l'état de repos, quand elle a rejeté son produit de sécrétion. Si Regaud avait étudié le testicule du Moineau à un stade convenable, il aurait pu voir parfaitement que cette rétraction n'influence nullement les faisceaux des spermatozoïdes. Nous publions ici une photographie (*fig. 23*) dans laquelle il verra (à gauche) que

1. Il en fait même la meilleure preuve du rôle nourricier de la cellule de Sertoli. « Toute une série de phénomènes histologiques remarquables, dont le plus frappant, dit-il, est la fasciculation et la rétraction des spermies, démontrent amplement la fonction nourricière du syncytium » (p. 209). Mais il faudrait d'abord démontrer, il nous semble, que les spermatozoïdes se mettent en faisceaux au sommet de la cellule de Sertoli, parce qu'ils ont besoin de se nourrir ainsi. C'est le même reproche que nous ferons à la trophotaxie de Broman.

2. Comment, par exemple, peut-il mesurer la vitesse avec laquelle les corps résiduels parcourent toute l'épaisseur de l'épithélium sémiual?

la fasciculation des spermatozoïdes commence avant même que la colonne sertolienne ne soit arrivée à leur contact.

Regaud termine ainsi son travail critique sur le Moineau : « Si maintenant on tient à faire intervenir un tactisme (pour expliquer la fasciculation des spermatozoïdes en formation), pourquoi ne pas dire que l'incitation chimiotactique part de la spermie (spermatide) et provoque la contraction du protoplasma dans lequel elle est plongée ? »

La réponse est facile. D'abord ce serait une affirmation purement gratuite puisque les spermatides ne présentent aucun phénomène chimique spécial ; ensuite cela ne pourrait expliquer un fait d'observation que nous avons mis en évidence dans nos notes et notre mémoire et dont l'importance paraît avoir échappé à Regaud. La transformation des spermatides en spermatozoïdes commence d'une façon très irrégulière, les noyaux de ces éléments coiffés de la vésicule archoplasmique sont, au début, orientés dans tous les sens (*fig. 9*, en *x*); or, puisqu'ils coordonnent leurs transformations ultérieures de manière à garder toujours ensuite les mêmes situations respectives, il faut bien admettre qu'une force, extérieure à eux et commune à tous, vient à un certain moment agir sur eux. Cette force, on ne peut la chercher que dans la direction de déplacement des noyaux des spermatides et, comme on trouve là un élément glandulaire, la cellule de Sertoli, on doit en conclure logiquement à une action de chimiotaxie positive provenant de cet élément. C'est à cette action que répondent passivement les têtes des jeunes spermatozoïdes lorsqu'ils viennent se grouper en faisceaux et s'enfoncer plus ou moins énergiquement au sommet des cellules de Sertoli.

Nota. — Nous recevons, au dernier moment, le dernier fascicule (oct. 1902) des *Éléments de physiologie,* de F. Laulanié. Dans cet important ouvrage, l'auteur admet exclusivement (p. 1010) le rôle polarisant et directeur que nous avons reconnu à la cellule de Sertoli. Il ajoute que nos idées viennent d'être confirmées par Mosselmann et Rubay dans leur étude sur la spermatogénèse du cheval (*Ann. de méd. vétér.,* Bruxelles, 1902).

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. Aigner, *S. B. K. Akad. Wiss. Wien.*, 1900, CIX, p. 555-81 avec 2 pl.
2. Broman (I.). Ueber gesetzmässige Bewegungs- und Wachsthumserscheinungen (Taxis- und Tropismenformen) der Spermatiden, ihrer Centralkörper, Idiozomen und Kerne (*Arch. f. mikr. Anat.* 1901, LIX, p. 106-143, 59 fig. et 1 pl.).
3. Loisel (G.). Origine et rôle de la cellule de Sertoli dans la spermatogénèse (*Compt. rend. Soc. Biol.,* 16 nov. 1901).
4. Loisel (G.). Sur l'origine du testicule et sur sa nature glandulaire (*Compt. rend. Soc. Biol.*, 18 janv. 1902).
5. Loisel (G.). Formation et fonctionnement de l'épithélium séminifère chez le Moineau (*Bibliogr. anat.,* 1902, 12 p., avec 6 fig.).

6. Loisel (G.). Études sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique (*suite*) [*Journ. de l'anat. et de la physiol.*, 1902, XXXVIII, p. 112-177, avec 4 pl. et 10 fig.).

7. Loisel (G.). *Compt. rend. Soc. Biol.*, juillet 1902.

8. Loisel (G.). *Compt. rend. Soc. Biol.*, juillet 1902.

9. Pettit (Aug.) et Girard, *Compt. rend. Soc. Biol.*, 14 juin 1902.

10. Regaud (Cl.). Études sur la structure des tubes séminifères et sur la spermatogénèse chez les Mammifères (*suite*) [*Archiv. d'anat. microscop.*, 1901, IV, p. 231-380, avec 4 pl. et 22 fig.].

11. Regaud (Cl.). Note histologique sur la sécrétion séminale du Moineau domestique (*Compt. rend. Soc. Biol.*, 24 mai 1902).

12. Regaud (Cl.). Observation sur les phénomènes de sécrétion de l'épithélium séminal du Moineau (*Bibl. anat.*, 1902, X, p. 199-213, avec 1 fig.).

13. Stéphan (P.). Sur les homologies de la cellule interstitielle du testicule (*Compt. rend. Soc. Biolog.*, 8 févr. 1902).

14. Stéphan (P.). L'évolution de la cellule de Sertoli des Sélaciens après la spermatogénèse. *Réunion biolog. de Marseille* (*Compt. rend. Soc. Biolog.*, 27 juin 1902).

15. Schœnfeld, *Arch. de Biol.* 1901, XVIII.

16. Henry, Fonction sécrétoire de l'épididyme.... (*Arch. d'Anat. micr.* 1900, III, p. 229).

RECHERCHES

SUR LES

PREMIÈRES PHASES DU DÉVELOPPEMENT DU CŒUR

CHEZ LE CANARD

Par A. WEBER

PROSECTEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

(*Travail du laboratoire d'Anatomie.*)

Les premières observations sur le développement du cœur des Oiseaux datent assurément du jour où l'on étudia systématiquement les modifications de l'embryon aux différents jours de l'incubation ; mais ce n'est qu'au moyen de la technique des coupes sériées que des résultats précis concernant la première apparition de cet organe ont pu être acquis. Aussi ne citerai-je que pour mémoire PANDER (1817) qui, partant d'interprétations inexactes, soupçonna la dualité primitive de l'ébauche cardiaque des Oiseaux. V. BAER (1828) et REMAK (1855) observèrent des stades précoces de la formation du cœur du Poulet et le décrivirent sous forme d'une masse de cellules mésoblastiques lâchement unies entre elles. D'après ces deux auteurs cette ébauche unique se bifurque en arrière pour se continuer avec les veines omphalo-mésentériques ; à mesure que l'intestin antérieur se constitue, les deux branches de bifurcation se soudent de plus en plus contribuant ainsi à l'allongement de l'ébauche cardiaque. Cette dernière se creuse d'une cavité, tandis que les cellules qui en occupent le centre se transforment en éléments sanguins.

LINDES (1865), dont je n'ai pu me procurer le travail, mais dont les conclusions sont analysées ou reproduites par MASIUS (1889), n'aurait étudié que des stades avancés du développement du cœur, notamment les cloisonnements qui se produisent dans l'ébauche cardiaque du Poulet.

C'est à DARESTE (1866) que revient l'honneur d'avoir découvert l'origine double du cœur chez les Oiseaux. Les recherches tératologiques de ce savant observateur le conduisirent à admettre, d'une façon toute théorique d'abord, l'existence de deux blastèmes cardiaques chez le Poulet. L'observation d'embryons vus par transparence lui permit de vérifier cette hypothèse. Les deux ébauches du cœur appartiennent aux côtés droit et gauche de la région antérieure de l'aire vasculaire. Par suite du reploiement et de la fusion à la face ventrale et antérieure des deux côtés de la lame vasculaire, les deux blastèmes cardiaques entrent en contact l'un avec l'autre et se soudent, donnant ainsi naissance à une ébauche unique du cœur. Normalement, le blas-

tème droit est le plus développé; dans les cas d'hétérotaxie, le blastème gauche l'emporte sur le droit.

Schenk (1866) attribue au cœur du Poulet une origine impaire, c'est une évagination du feuillet splanchnopleural au côté ventral de l'intestin pharyngien qui formerait l'ébauche cardiaque.

His (1868) arrive presque aux mêmes conclusions que le précédent auteur, mais il distingue plusieurs temps dans l'apparition de l'ébauche cardiaque. Alors que le germe est encore complètement étalé sur le vitellus, il se produit de chaque côté de la ligne médiane, dans la future région céphalique de l'embryon, un écartement entre le feuillet splanchnopleural et le feuillet endodermique; c'est là l'origine de la cavité cardiaque. Par suite des phénomènes de reploiement et de soudure qui isolent la tête de l'embryon, les deux rudiments de cavité cardiaque se joignent l'un à l'autre sur la ligne médiane au-dessous de l'intestin pharyngien. La cavité cardiaque impaire, ainsi formée, est limitée primitivement de chaque côté par le feuillet splanchnopleural, en haut par la paroi de l'intestin antérieur, en bas par l'endoderme qui repose sur le vitellus. Les parois latérales mésodermiques se rapprochent l'une de l'autre, resserrant ainsi la cavité et la transformant en un tube allongé; ce canal est appendu à la face ventrale de l'intestin antérieur par un mésocarde dorsal et réuni par un mésocarde ventral à la couche splanchnopleurale qui recouvre l'endoderme extra-embryonnaire. Le mésocarde ventral disparaît bientôt et le tube cardiaque est entouré presque de tous côtés par la cavité pariétale. Cette première ébauche ne constitue pas le cœur en totalité, des cellules d'origine parablastique pénètrent dans le tube cardiaque primitif ou externe et le revêtent intérieurement d'un second tube, tube cardiaque endothélial ou interne. Le premier donnera le myocarde, ce dernier l'endocarde. L'ébauche du cœur ainsi complétée reçoit en arrière les veines omphalo-mésentériques et se continue en avant par les aortes.

Par suite de la flexion en avant de l'intestin antérieur, la cavité pariétale où se trouve contenu le cœur est rétrécie dans le sens longitudinal. Pour cette cause, par suite aussi de l'accroissement du cœur embryonnaire et de l'allongement moins rapide des parties avoisinantes, le tube cardiaque est obligé de se courber; son extrémité céphalique ou aortique se rapproche de son extrémité caudale ou veineuse, tandis que sa partie moyenne forme une courbe à concavité postérieure et gauche.

Quelles sont les conditions qui peuvent déterminer le sens de cette torsion? Sans doute, d'après l'auteur, le genre de la contraction du futur myocarde; mais His repousse la théorie de Rindfleisch qui attribue la cause et la direction de la torsion du tube cardiaque à la nature du courant sanguin.

L'origine double de l'ébauche cardiaque n'était donc admise par His que pour le tube cardiaque externe. Afanassief (1869) la découvrit pour le tube endothélial. En examinant des coupes transversales de la région cardiaque

d'embryons de Poulet, il vit l'ébauche du cœur formée par deux couches de mésoblaste splanchnopleural appendues en double feston à la face ventrale de l'intestin antérieur. La couche externe très épaisse répond au tube myocardique de His ; l'interne très mince constitue deux tubes allongés qui se fusionnent ensuite en un seul, le tube interne ou endothélial.

Les travaux des précédents auteurs semblaient avoir démontré la dualité primitive de l'ébauche cardiaque; pourtant Klein (1871) et Schenk (1874) admettent qu'à son origine le cœur est impair.

Klein décrit l'ébauche du cœur chez le Poulet sous forme d'une masse pleine de cellules mésoblastiques dérivées de la splanchnopleure. Les cellules qui occupent le centre de cette masse se transforment en globules sanguins, tandis que celles qui sont immédiatement en contact avec le sang ainsi formé donnent un revêtement endothélial qui se continue plus tard avec celui qui tapisse la paroi interne des vaisseaux.

Suivant Foster et Balfour (1876), l'ébauche du cœur du Poulet dériverait entièrement du mésoblaste splanchnopleural par formation d'une cavité impaire au point de soudure des deux feuillets mésodermiques droit et gauche en dessous de l'intestin antérieur. Cette cavité se bifurque en arrière en se prolongeant dans les veines omphalo-mésentériques. A mesure que l'intestin pharyngien s'accroît, les deux vaisseaux se soudent et allongent d'autant l'ébauche du cœur. La cavité du tube cardiaque est revêtue de cellules aplaties, origine de l'endothélium du cœur. Ultérieurement, l'ébauche cardiaque subit une torsion et une flexion caractéristiques.

Gasser (1877) fait porter ses recherches sur des embryons de Poulet et d'Oie. Chez ces deux animaux les processus sont entièrement comparables, l'ébauche cardiaque est double et dérive de deux épaississements de la splanchnopleure qui font saillie dans la cavité pariétale et recouvrent des cellules endothéliales dérivées du mésoderme. Cette ébauche est allongée, plus développée dans sa portion caudale que dans la région crâniale. Les cellules endothéliales forment les parois de deux tubes qui ne se soudent que chez des embryons de sept à huit protovertèbres.

D'après Koelliker (1879), la première trace du cœur de l'embryon de Poulet serait représentée par deux fentes longitudinales qui naîtraient entre la splanchnopleure et la paroi de l'intestin antérieur. A l'intérieur de ces fentes se trouvent quelques cellules qui donneront l'endothélium cardiaque et qui dérivent de bourgeons provenant des vaisseaux de l'aire transparente. Par suite de la soudure des lèvres de la gouttière digestive, en arrière de l'intestin antérieur, les deux rudiments cardiaques se rencontreront et se fusionneront; le cœur sera constitué alors par un tube endothélial interne qui se continue avec les veines omphalo-mésentériques et les aortes, et par un revêtement mésodermique externe qui dérive du feuillet fibro-intestinal ou splanchnopleural. Koelliker signale aussi la flexion ultérieure du tube

cardiaque; il fait remarquer que la flexion veineuse ou caudale remonte vers l'origine de l'aorte et arrive même à se placer un peu en arrière de ce vaisseau.

Balfour (1881) décrit la formation du cœur des Oiseaux comme celle des Mammifères aux dépens de deux tubes en contact, mais non fusionnés au début, à leur extrémité antérieure. C'est l'accroissement de l'intestin pharyngien qui détermine la soudure des deux tubes et donne naissance à une ébauche impaire, qui primitivement droite se recourbe bientôt sur elle-même.

Strahl et Carius (1889) figurent des coupes d'embryons de Canard au niveau de la région cardiaque, mais à des stades où le cœur est déjà représenté par un tube endothélial unique revêtu de splanchnopleure, et dans la description qu'ils en donnent, ils n'attirent l'attention que sur les particularités du développement de la cavité pariétale.

Masius (1889) applique la méthode de reconstruction plastique de Born au cœur du Poulet, mais ne s'adresse qu'à des stades relativement avancés de l'ébauche cardiaque.

L'atlas d'embryologie du Poulet de M. Duval (1889) ne donne que des renseignements assez restreints sur l'origine de l'ébauche cardiaque. Sur une vue en totalité d'un embryon de huit protovertèbres fortement grossi, on aperçoit l'ébauche du cœur formée par deux petits renflements parallèles accolés l'un à l'autre et prolongeant en avant les veines omphalo-mésentériques. Chez un embryon un peu plus avancé, les deux renflements cardiaques paraissent unis ensemble à leur extrémité crâniale, et la soudure est complète au stade de onze protovertèbres. D'après ces figures, l'ébauche cardiaque paraît donc résulter de la fusion à leur extrémité antérieure des deux veines omphalo-mésentériques. Sur des dessins de coupes M. Duval figure l'endothélium de l'ébauche cardiaque primitive, prolongeant en avant celui des veines omphalo-mésentériques réuni en un seul groupe de petits tractus situés à la face inférieure de l'intestin pharyngien, puis se bifurquant à nouveau pour se répandre sur les côtés de la paroi intestinale et former ainsi l'ébauche des aortes ascendantes. Les différentes phases de la torsion du tube cardiaque sont remarquablement bien suivies dans les vues totales d'embryons examinés par transparence.

Dareste (1890 et 1891) revient encore sur la notion de dualité de l'ébauche cardiaque du Poulet, qu'il avait découverte; mais les figures qu'il donne, croquis d'embryons observés par transparence, ne sont pas aussi démonstratives que le seraient des séries de coupes.

Hertwig (1891 et 1900) considère les deux premières ébauches du cœur du Poulet comme très distantes l'une de l'autre. Des cellules de tissu muqueux situées entre le feuillet splanchnopleural et l'épithélium intestinal forment deux tubes endocardiques entourés par un tube épais de mésoderme,

ou tube myocardique. Le rapprochement des deux ébauches dû à la formation de l'intestin antérieur s'accentue; elles se fusionnent en un tube cardiaque à double paroi faisant saillie dans la cavité pariétale et subissant de bonne heure une torsion qui le caractérise.

Langer (1894) n'étudie le développement du cœur des Oiseaux qu'à des stades plus avancés que ceux que j'ai l'intention de décrire ici.

Minot (1894) décrit la première ébauche de l'endothélium cardiaque du Poulet sous forme de cellules mésenchymateuses répandues entre le feuillet splanchnopleural et la paroi inférieure de l'intestin. Ces cellules prennent un aspect endothélial et limitent des espaces irréguliers qui se fusionnent en deux cavités allongées. Ces deux cavités séparées d'abord par une mince couche endothéliale se soudent bientôt en un tube endocardique unique. Le feuillet splanchnopleural forme autour de ce tube endocardique un tube myocardique à parois épaisses.

Kollmann (1898) observe également sur le même objet la parité des ébauches cardiaques; sa description diffère peu de celle de Hertwig, mais pas plus que cet auteur il ne se prononce sur l'origine précise des cellules endothéliales du cœur.

La dualité primitive des rudiments cardiaques qui paraissait suffisamment établie par plusieurs des travaux que je viens d'analyser rapidement, a été mise récemment en doute par Rabaud (1898). L'étude d'embryons où l'ébauche du cœur apparaissait double à l'examen *in toto,* ne lui a pas montré après coupes une parité des tubes cardiaques. « L'argument le plus sérieux, ajoute l'auteur, en faveur de cette double ébauche paraît être l'existence de monstres pourvus, au moins en apparence, de deux cœurs symétriques latéraux. »

En somme les travaux des différents auteurs qui ont étudié par la méthode des coupes sériées les stades jeunes du développement des Oiseaux me paraissent confirmer l'opinion des observateurs qui n'ont entrevu la dualité des ébauches cardiaques que sur l'embryon examiné en totalité; mais un point sur lequel il est encore loisible de controverser, c'est l'origine de la partie endothéliale du cœur de l'embryon. Est-elle, comme le prétend His, d'origine parablastique ou, comme le pense Koelliker, issue de prolongements venus des vaisseaux de l'aire vasculaire; l'ébauche cardiaque est-elle entièrement mésoblastique suivant l'opinion d'Afanassief, de Klein, de Balfour, ou dérive-t-elle en partie de la splanchnopleure, en partie de cellules mésenchymateuses nées entre la paroi intestinale et le feuillet mésodermique ainsi que le figure Minot? Quels sont d'autre part, suivant ces différentes hypothèses, les rapports de l'ébauche cardiaque avec les vaisseaux de l'embryon, veines omphalo-mésentériques ou troncs aortiques; la question s'étend et se transforme en celle mal résolue de l'origine des vaisseaux intra-embryonnaires.

Les premières phases du développement du cœur des embryons d'Oiseaux peuvent se diviser en deux parties : dans une première période, les rudiments des ébauches cardiaques se constituent ; dans une seconde partie, les ébauches cardiaques, au nombre de deux, donnent un organe unique, le tube cardiaque. Ce tube, primitivement rectiligne, prend une courbure caractéristique et se différencie en un certain nombre de segments. C'est jusqu'aux premiers phénomènes de la courbure cardiaque que je me suis proposé d'étudier la formation du cœur chez le Canard.

A part la fragilité du germe pendant la première de ces deux périodes de développement, la technique de fixation des pièces ne présente à ce stade aucune difficulté spéciale. Je me suis servi surtout pour ces stades jeunes de fixateurs au sublimé qui ont l'avantage de durcir rapidement le blastoderme et d'éviter les plissements ou les déchirures lorsqu'on sépare l'embryon du vitellus. Pendant la seconde période le tube cardiaque constitué est animé de mouvements de battement. Ces mouvements, d'abord peu rapides (40 environ par minute), s'accélèrent bientôt. C'est l'enveloppe mésodermique, splanchnopleurale, du tube cardiaque qui présente ces phénomènes de contraction rythmique et qui pousse le sang de la partie caudale vers l'extrémité crâniale du tube cardiaque ; le sang est d'abord un liquide presque incolore, mais très rapidement il se charge de globules fortement teintés en brun rouge.

Si l'on examine dans de l'eau salée physiologique [1] à 38° C un embryon de Canard au début du troisième jour, on voit que la partie contractile du cœur, le tube cardiaque externe, est appliquée étroitement sur le tube cardiaque proprement dit, ou interne, rempli de sang. Ce tube interne suit exactement les mouvements rythmiques de contraction et d'expansion du tube externe ; les deux positions extrêmes de contraction complète et d'expansion ou de relâchement complet des tubes cardiaques seront les *positions de systole* et *de diastole*. Entre ces deux positions extrêmes, il y en a toute une série d'intermédiaires.

Il est intéressant de savoir, quand on fixe un jeune embryon dont le cœur bat, dans quelle position s'arrête le cœur. J'ai fait à ce sujet quelques expériences. Elles ont porté sur une série d'embryons de Poulet de quarante-huit heures d'incubation. Les œufs sont ouverts dans de l'eau salée physiologique à 38° C. Avec une pipette, je fais couler un peu de ce liquide sur la surface du jaune au point où se trouve le germe, pour écarter l'albumine qui le recouvre ; je verse ensuite le fixateur goutte à goutte sur l'embryon. J'ai expérimenté avec le sublimé acétique, le liquide de ZENKER, le formol picro-acétique de BOUIN, le bichromate acétique, et tous ces réactifs m'ont donné le même résultat.

Dès l'application du fixateur sur l'embryon, les mouvements du cœur se ralentissent ; cela provient sans doute de ce que le liquide est à la tempéra-

1. Nacl 7,5, eau 1 000.

ture du laboratoire ; de l'eau pure à la même température produit la même action. Le premier effet qui appartienne en propre au fixateur est d'opacifier légèrement les tissus, et particulièrement le tube cardiaque externe, mais on n'en suit que plus facilement les mouvements du cœur. Au bout d'un certain temps, variable avec le liquide fixateur employé et la fréquence du rythme cardiaque de l'embryon, le cœur s'arrête en relâchement complet, en position de diastole. Si l'on a eu soin de prendre sur le germe même un point de repère voisin du cœur, on remarque que cette position d'arrêt en diastole n'est pas absolument la même que la position de diastole du cœur vivant ; après fixation il semble y avoir une légère constriction de l'ébauche cardiaque, due très probablement à l'effet du réactif.

A ce moment, en examinant le germe par transparence, il est facile de vérifier que le tube cardiaque interne est appliqué étroitement sur le tube cardiaque externe. Il n'en est plus de même au bout de très peu de temps : le tube cardiaque interne, toujours reconnaissable à sa coloration brune, s'amincit et perd contact avec le tube cardiaque externe.

Ce fait, encore plus facile à vérifier sur les coupes, s'explique facilement. Le sang de l'embryon est, à l'inverse des fixateurs, un liquide peu riche en sels. Une tension osmotique très considérable fera passer la majeure partie du plasma sanguin dans le fixateur, le tube cardiaque interne, très mince et sans adhérence avec le tube cardiaque externe, s'affaissera et s'amincira. Le moule de la cavité du tube cardiaque externe représente donc la position de diastole qu'occupait le tube cardiaque interne au moment où le cœur a cessé de battre.

La première formation en rapport avec l'ébauche cardiaque apparaît chez un embryon de trois protovertèbres. Il est nécessaire de donner quelques renseignements sur la position du mésoderme dans la région embryonnaire de ce stade. En avant de l'extrémité antérieure de la ligne primitive, le mésoderme s'avance vers la ligne médiane tout contre la corde dorsale ; c'est à ce niveau qu'il se segmente en trois protovertèbres. Sur les bords du blastoderme il repose sur le vitellus, sans présenter de limite précise vis-à-vis de l'entoderme vitellin.

Plus en avant, en dessous de cette région de la plaque médullaire qui répond au futur cerveau, le mésoderme présente encore la même disposition sur les bords du germe, mais il ne s'avance plus aussi près de la ligne médiane qu'au niveau des segments protovertébraux. Il est séparé de la corde dorsale par un amas cellulaire à éléments peu serrés, présentant entre eux de larges vacuoles et des prolongements effilés, ayant en un mot un aspect mésenchymateux. Cette masse cellulaire de conjonctif embryonnaire se continue latéralement sans aucune limite précise avec le mésoderme, qu'elle prolonge dans la région céphalique sur les côtés de la ligne médiane ; c'est là l'origine du mésenchyme céphalique de l'embryon.

Sur les bords du blastoderme, le feuillet mésodermique est constitué par des cellules assez irrégulièrement arrangées; mais plus près de la ligne médiane, avant d'atteindre la masse mésenchymateuse précitée, les cellules mé-

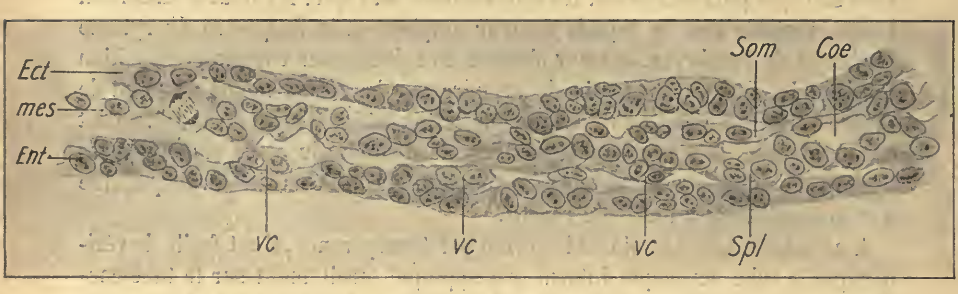


Fig. 1-A. — Fragment de coupe transversale passant dans la région céphalique d'un embryon de trois protovertèbres. Fixation au sublimé acétique; coloration en masse au carmin alcoolique. (Reichert, ocul. 4. Obj. 8. Chambre claire.) Réduction de 1/5.

Ect, ectoderme; *Ent*, entoderme; *mes*, mésoderme; *Coe*, cavité correspondant à l'origine du cœlome; *Som*, futur feuillet somatopleural; *Spl*, futur feuillet splanchnopleural; *vc*, cellules vaso-cardiaques se détachant de l'entoderme ou du mésoderme.

sodermiques se serrent les unes contre les autres. Dans le feuillet compact ainsi formé, apparaît un clivage qui le divise en deux : une mince couche superficielle située directement sous l'ectoderme, le futur feuillet somato-

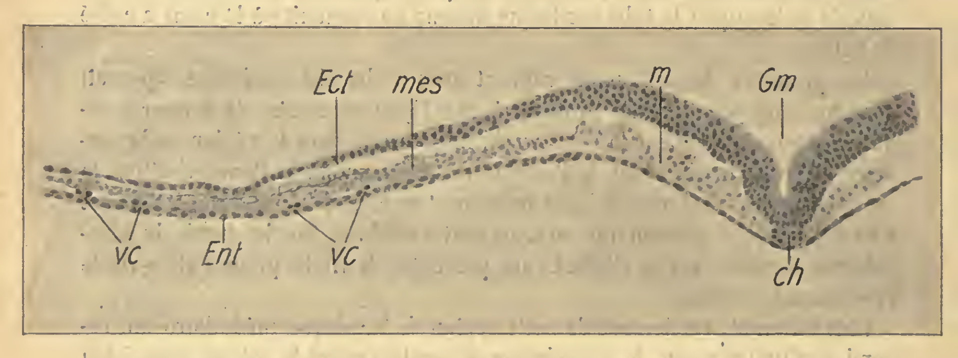


Fig. 1-B. — Portion plus considérable de la même coupe vue à un plus faible grossissement (Reichert, ocul. 4. Obj. 4) et montrant la position par rapport à la ligne médiane des cellules vaso-cardiaques.

Gm, gouttière médullaire; *ch*, corde dorsale; *m*, mésenchyme céphalique. (La teinte des cellules vaso-cardiaques a été exagérée pour les rendre plus distinctes.)

pleural, et une couche cellulaire plus épaisse reposant sur l'entoderme, la future splanchnopleure. La cavité cœlomique, née grâce à ce clivage, n'est pas unique d'emblée pour chaque côté de l'embryon, mais constituée par une série de petites cavités isolées les unes des autres.

C'est à ce niveau qu'apparaissent les cellules qui constitueront plus tard l'ébauche cardiaque ; elles se détachent de la face inférieure de la partie splanchnopleurale du mésoderme ou de la face supérieure de l'entoderme et sont ainsi situées entre les deux feuillets qui leur donnent naissance (*fig. 1*). Il n'y a aucune trace de cellules semblables dans une région plus voisine des bords du germe ; d'autre part, certaines d'entre elles sont encore en partie rattachées au mésoderme ou à l'entoderme ; ce sont des cellules qui ont les caractères d'éléments mésenchymateux ; je propose de les nommer ***cellules vaso-cardiaques***. En effet, on verra ultérieurement qu'elles fourniront non seulement l'ébauche cardiaque, mais la portion terminale des veines vitellines.

Au stade suivant, qui répond à un embryon de quatre protovertèbres, les modifications observées sont les suivantes : les rudiments des cavités cœlomiques se sont accrus et se fusionnent entre eux à l'extrémité antérieure du

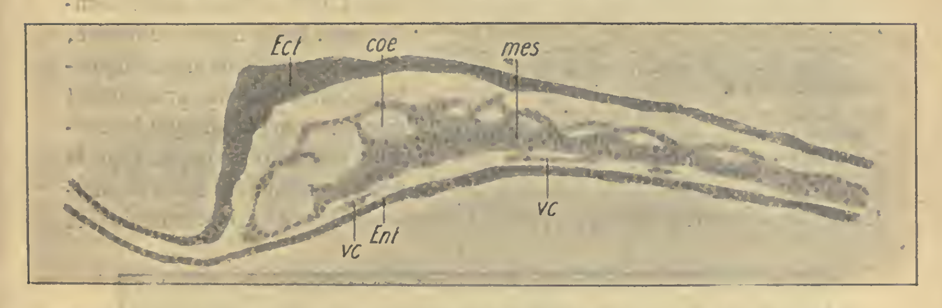


Fig. 2. — Coupe sagittale passant assez loin à droite de la ligne médiane (le côté crânial est à gauche). Embryon de quatre protovertèbres (Reichert, obj. 4. Ocul. 4). Réduction de 1/5.

Ect, **ectoderme ;** ***Ent***, **entoderme ;** ***mes***, **mésoderme ;** ***coe***, **cavité cœlomique ;** ***vc***, **cellules vaso-cardiaques.**

mésoderme ; les cellules vaso-cardiaques encore peu abondantes commencent pourtant à se joindre les unes aux autres en formant des traînées cellulaires assez lâches (*fig. 2*). De plus, elles tendent à se rapprocher de l'extrémité interne du mésoderme, c'est-à-dire du point où ce feuillet est en continuité avec la masse mésenchymateuse céphalique signalée au stade précédent.

L'embryon de sept protovertèbres diffère beaucoup du précédent à cause de l'isolement de la tête. Ce qui caractérise ce processus, c'est la formation de l'intestin antérieur par reploiement et soudure de l'entoderme à la face ventrale de l'embryon. Par suite de ce phénomène (se reporter à la figure 6), tandis que la masse mésenchymateuse occupe les côtés du tube nerveux et la face latéro-dorsale de l'intestin antérieur, le mésoderme se place au côté latéro-ventral de ce tube ; les cavités cœlomiques ont pris une grande importance ; de chaque côté, elles se fusionnent l'une à l'autre en dessous du tube digestif (*fig. 5*), et peuvent être considérées désormais comme une cavité unique bilatérale, la cavité pariétale.

A ce stade le nombre des cellules vaso-cardiaques s'est accru dans une assez forte proportion ; elles sont toujours unies les unes aux autres, mais les cordons cellulaires ainsi formés diffèrent suivant le point où on les considère. Ils ont latéralement un aspect compact et régulier (*fig. 3*), mais, plus près de la ligne médiane, immédiatement en arrière de l'union des cavités cœlomiques droite et gauche, les cellules qui les constituent sont unies entre elles d'une façon assez lâche (*fig. 4*), elles présentent des prolongements effilés et des mitoses assez nombreuses. Cette masse cellulaire, d'aspect purement mésenchymateux, est l'ébauche proprement dite du cœur, tandis que les cordons cellulaires compacts qui la prolongent sur les côtés se mettront ultérieurement en rapport avec les conduits nés des îlots sanguins et sont des ébauches purement vasculaires, plus exactement celles des veines vitellines.



Fig. 3. — Coupe sagittale. Embryon de sept protovertèbres. Fixation au sublimé acétique. Coloration au carmin alcoolique. (Reichert, ocul. 1, Obj. 8. Chambre claire.) Réduction de 1/5.

Spl, feuillet splanchnopleural du mésoderme; *Ent*, entoderme; *vc*, cordon compact formé par les cellules vaso-cardiaques.



Fig. 4. — Coupe sagittale du même embryon passant plus près de la ligne médiane. (Reichert, ocul. 2. Obj. 8. Chambre claire.) Réduction de 1/5.

Mêmes indications que pour la figure précédente. Les cellules vaso-cardiaques *vc* forment une masse mésenchymateuse lâche, l'ébauche proprement dite du cœur. (Le côté crânial de cette figure et de la figure 3 est à gauche.)

Au point de vue topographique, les ébauches cardiaques nées latéralement

entre l'entoderme et le feuillet splanchnopleural du mésoderme viennent occuper de chaque côté, par suite de la formation de l'intestin antérieur et de l'isolement de la tête de l'embryon, une position voisine de la ligne médiane. Elles soulèvent le feuillet splanchnopleural qui les recouvre (*fig. 4*) et viennent se placer immédiatement en arrière de l'union des deux cavités cœlomiques droite et gauche ; primitivement horizontales et situées dans le plan du blastoderme, elles prennent une position verticale, l'embryon étant couché sur le jaune (*fig. 5*), et commencent à s'étendre à la face dorsale du trait d'union entre les deux cavités pariétales. A ce niveau (de chaque côté de la ligne médiane), les parois mésodermiques de la cavité pariétale sont en con-

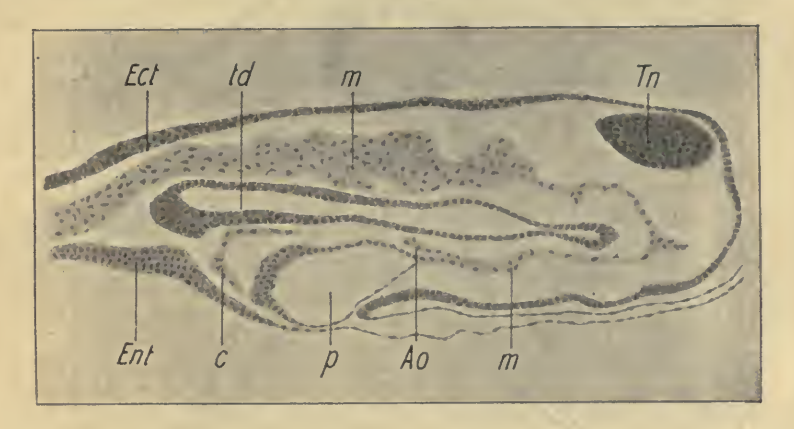


Fig. 5. — Coupe longitudinale paramédiane d'un embryon de sept protovertèbres, atteignant sagittalement l'ébauche cardiaque gauche. (Reichert, ocul. 2. Obj. 4. Chambre claire.)

Ect, ectoderme ; *Ent*, entoderme ; *Tn*, section de l'extrémité de la vésicule optique primitive gauche ; *Td*, cavité de l'intestin antérieur ; *p*, union sur la ligne médiane entre les deux cavités cœlomiques ; *m*, mésenchyme céphalique ; *c*, ébauche proprement dite du cœur ; *Ao*, ébauche de l'aorte ascendante gauche.

tinuité avec le mésenchyme céphalique. De ce dernier se détachent des cellules qui se rangent en cordons peu compacts et marchent à la rencontre de l'ébauche cardiaque (*fig. 5, Ao*) : c'est là la première ébauche des vaisseaux aortiques.

Les dispositions que l'on rencontre chez l'embryon de neuf protovertèbres sont à peu près identiques. L'union entre les cavités cœlomiques latérales s'est encore accrue ; cette cavité pariétale médiane pousse un prolongement entre les deux ébauches cardiaques proprement dites (*fig. 6*). Ces dernières ont une direction ventro-dorsale ; elles ont à peu près même structure qu'au stade précédent, les cellules qui les constituent sont unies très lâchement entre elles par des prolongements effilés, et plusieurs vacuoles intercellulaires se fusionnent, formant ainsi un début de cavité cardiaque endothéliale.

Les deux ébauches cardiaques présentent à ce stade un début de fusion en arrière de la partie médiane de la cavité pariétale, plus exactement au point où ces ébauches de verticales deviennent horizontales et se prolongent vers le mésenchyme céphalique.

Ces prolongements, qui répondent à l'ébauche de la portion bulbaire, arrivent au contact des cordons cellulaires dérivés du mésenchyme céphalique,

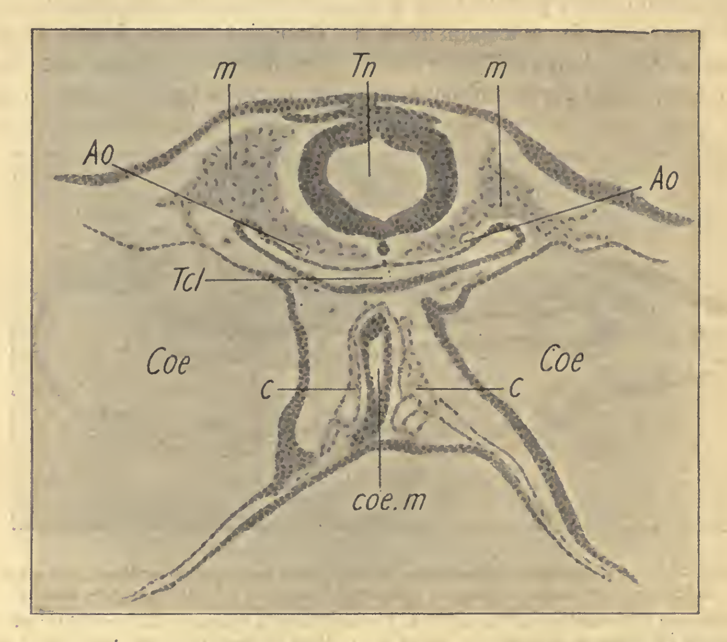


Fig. 6. — Coupe transversale d'un embryon de neuf protovertèbres passant un peu en arrière de l'union des deux cavités cœlomiques. (Reichert, ocul. 2, Obj. 4, chambre claire.)

Tn, tube nerveux ; *Td*, tube digestif ; *Cœ*, cavités cœlomiques droite et gauche ; *c*, ébauches cardiaques droite et gauche séparées par un prolongement de la cavité pariétale médiane *cœ.m*, et réunies par un mince tractus cellulaire au côté dorsal de la double cloison médiane ; *Ao*, ébauche des aortes descendantes.

où déjà des rudiments de cavité indiquent la formation des aortes ascendantes [1]. Tandis qu'à ce moment les vaisseaux périphériques du germe possèdent déjà des globules sanguins, les ébauches cardiaques ou aortiques n'en renferment aucun ; c'est qu'en effet les cavités des ébauches en question ne

1. A ce stade les aortes descendantes sont déjà constituées en tant que tube endothélial continu sur presque toute leur longueur, mais je n'ai pas l'intention de rechercher leur origine dans ce travail ; je tiens seulement à faire remarquer que les aortes ascendantes paraissent se former aux dépens du mésenchyme céphalique et ne se fusionner que secondairement à l'ébauche cardiaque.

sont pas en communication avec ces vaisseaux et ne commencent à se mettre en rapport avec eux que par des traînées cellulaires pleines.

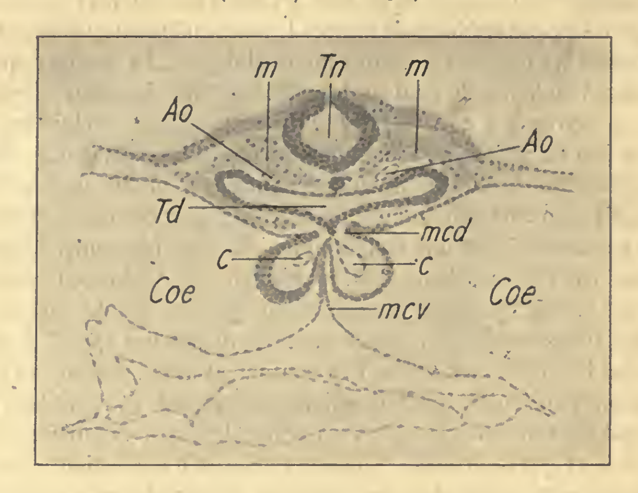
Aux stades qui vont suivre ceux des embryons de neuf protovertèbres, les tubes cardiaques endothéliaux se sont constitués aux dépens de la masse mésenchymateuse et vacuolée décrite chez le Canard précédent. Chez un embryon de dix à onze protovertèbres, de minces tractus indiquent encore les cloisons qui limitaient les différentes cavités intercellulaires. La soudure que j'ai signalée chez l'embryon de neuf protovertèbres entre les deux ébauches cardiaques se retrouve à ce stade (*fig. 7* B); il s'en est produit une plus en avant, un peu en arrière de la continuation des tubes cardiaques endothéliaux avec les ébauches des aortes ascendantes; mais au niveau de ces deux soudures, il n'y a aucune communication entre les deux cavités endothéliales qui ont pris naissance; c'est une simple union qui s'est faite entre les parois des deux tubes par l'intermédiaire de tractus cellulaires pleins conservant encore leur aspect mésenchymateux primitif, tandis que les cellules qui bordent la cavité des tubes cardiaques sont extrêmement aplaties (*fig. 7* A et B). Du côté caudal les tubes endothéliaux se continuent avec les ébauches des veines omphalo-mésentériques, cordons cellulaires compacts et reproduits figure 3, qui entrent en connexion avec les vaisseaux de l'aire vasculaire, mais, à ce stade (10 à 11 protovertèbres, quarante heures d'incubation), les globules sanguins qui remplissent déjà les vaisseaux périphériques n'ont pas encore pénétré dans l'ébauche des veines précitées, il n'y a encore aucune circulation dans le cœur de ces embryons.

Topographiquement, l'ébauche cardiaque s'est déplacée. La cause en est dans l'accroissement continu d'avant en arrière de l'intestin antérieur. C'est la fusion à ce niveau des lèvres de la gouttière digestive qui produit cet allongement et, en même temps, permet aux deux moitiés de la cavité pariétale de communiquer plus largement l'une avec l'autre. Les ébauches cardiaques situées précédemment dans une direction dorso-ventrale en arrière de la portion médiane de la cavité pariétale, se placeront, par suite du recul de la paroi postérieure de cette partie médiane, dans un sens cranio-caudal, couchées entre le plafond de la cavité pariétale et la paroi ventrale de l'intestin antérieur.

L'allongement en arrière de la partie médiane de la cavité pariétale se fait sans qu'il persiste aucune trace de cloison entre les deux moitiés latérales, soit que ces deux parties s'accolent avec disparition immédiate de la cloison au niveau de laquelle s'est fait l'accolement, soit qu'il n'y ait pas à vrai dire accolement et fusion des deux cavités cœlomiques à cet endroit, mais simple recul de la paroi caudale et médiane de la cavité pariétale. En tous cas, dans la région postérieure du tube cardiaque, la cavité pariétale passe sans obstacle en dessous du feuillet dorsal de cette cavité qui recouvre les tubes endothéliaux cardiaques (*fig. 7* B). Il n'en est pas de même dans la région crâniale

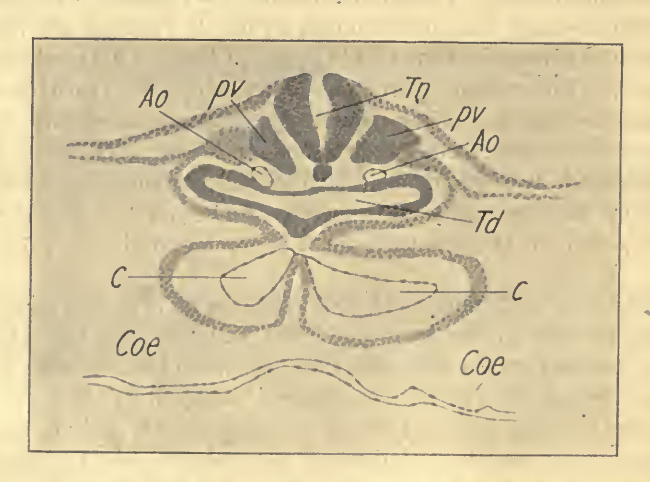
du cœur où s'accroît aussi le trait d'union entre les deux cavités cœlomiques; mais ici, il y a d'abord accolement puis fusion des parois internes de ces

Fig. 7. — Coupes transversales d'un embryon de dix à onze protovertèbres (Reichert, ocul. 2. Obj. 4).



A) La coupe passe dans la région antérieure de l'ébauche cardiaque.

Tn, tube nerveux; *Td,* tube digestif; *Ao,* aortes descendantes; *m,* mésenchyme céphalique; *Cœ,* cavités cœlomiques droite et gauche; *c,* les deux tubes cardiaques endothéliaux, entourés par les tubes myocardiques; *mcd,* mésocarde dorsal; *mcv,* mésocarde ventral.



B) Coupe passant par la partie postérieure de l'ébauche cardiaque. Mêmes indications que pour la précédente figure.

pv, protovertèbres; *c,* les deux tubes endothéliaux cardiaques unis au côté dorsal par un tractus cellulaire plein.

cavités (*fig.* 7 A). Tandis que dans la région caudale, que je nommerai désormais portion veineuse de l'ébauche cardiaque, il n'y a pas de mésocarde ventral, la région crâniale ou bulbaire en possède temporairement un. Les deux tubes cardiaques endothéliaux reposent à ce même stade dans deux gouttières assez profondes formées par un plissement très accentué du feuillet dorsal de la cavité pariétale médiane. Les bords externes des deux gouttières tendent à se rapprocher l'un de l'autre à la face ventrale de l'intestin pharyngien. Il se forme ainsi un début de mésocarde dorsal auquel sont appendus deux tubes mésodermiques enveloppant les deux tubes endothéliaux (*fig.* 7 *mcd*). Tandis que les parois de la cavité pariétale sont extrêmement minces, toute la zone splanchnopleurale répondant aux tubes cardiaques externes est fortement épaissie. Je dois aussi signaler à ce stade une asymétrie entre les deux ébauches du cœur : le tube endothélial gauche et le tube externe qui le revêt sont tous deux plus développés que ceux du côté droit.

Chez un embryon de douze protovertèbres les grandes lignes de l'ébauche du cœur sont constituées. L'encoche profonde qui séparait sur la ligne médiane les deux tubes cardiaques mésodermiques n'existe plus, il n'y a désormais qu'un tube cardiaque externe enveloppant deux tubes endothéliaux. Le mésocarde ventral a disparu dans la région bulbaire du cœur.

Les deux tubes endothéliaux sont très voisins l'un de l'autre et leurs cavités communiquent l'une avec l'autre en deux points, là où précédemment existaient dans la région veineuse et bulbaire du cœur des cordons cellulaires lâches unissant les parois des deux tubes (*fig.* 8). A ce stade on remarque quelques globules sanguins dans les tubes endothéliaux cardiaques, un début de circulation s'établit dans l'ébauche du cœur.

Fig. 8. — Photographie d'une reconstruction plastique des deux tubes endothéliaux cardiaques. Grossissement, 100 diamètres. Réduction de 1/3. Embryon de douze protovertèbres. Vue antérieure. Les tubes endocardiques sont fusionnés en deux points.

Vomd, veine omphalo-mésentérique droite ; *Vomg*, veine omphalo-mésentérique gauche ; *Ao*, aortes ascendantes ; *v*, partie veineuse des ébauches cardiaques ; *b*, partie bulbaire.

J'ai reconstruit plastiquement des stades plus avancés du développement du cœur chez le Canard, mais je ne les figurerai ni ne les décrirai dans cette note préliminaire ; les résultats obtenus ne diffèrent pas, au point de vue général, de ceux déjà obtenus soit par observation des embryons d'Oiseau par transparence, soit par modelage plastique.

Je désirerais seulement attirer l'attention sur une autre partie de mes recherches concernant la torsion de l'ébauche cardiaque. Cette torsion précède la flexion caractéristique signalée par tous les auteurs qui se sont occupés des

premiers développements des Oiseaux et qui se retrouve chez les embryons des autres Amniotes. A ce moment (stade de douze protovertèbres), l'embryon possède une symétrie bilatérale parfaite; un plan médian passant par la trace de la soudure du tube nerveux et la corde dorsale divise l'embryon et le germe en deux moitiés parfaitement symétriques. Seul le cœur, où l'on observe déjà au stade précédent (dix à onze protovertèbres) une légère différence entre les deux ébauches non encore fusionnées, présente une disposition dissymétrique. Pour l'étudier je me suis servi de la méthode d'isolement graphique de KASTCHENKO[1], en prenant comme plans de définition le plan médian sagittal et le germe qui, dans une faible étendue peut être, considéré comme plan.

Au niveau de leur abouchement dans le tube cardiaque endothélial, les deux veines omphalo-mésentériques s'accolent sur la ligne médiane et par leur fusion allongent l'ébauche du cœur. En reconstruisant graphiquement cette extrémité proximale des deux veines, on est frappé d'un fait : leurs axes ne viennent pas couper le plan médian sagittal en un même point (*fig.* 9 A B C), mais, d'une façon constante, l'axe de la veine omphalo-mésentérique gauche atteint ce plan plus ventralement que celui de la veine omphalo-mésentérique droite.

Au stade de treize protovertèbres (environ quarante-huit heures d'incubation) les battements du cœur sont nettement visibles à l'œil nu et la circulation sanguine acquiert plus de rapidité. D'après la manière dont les veines omphalo-mésentériques, vaisseaux afférents du cœur, abordent ce tube, on peut prévoir que la veine liquide qui parcourt l'ébauche cardiaque présentera un mouvement de rotation dans un sens déterminé. Cela revient à dire qu'un élément de cette veine liquide, un globule sanguin, par exemple, pénétrant dans le tube cardiaque au sortir des veines vitellines ne progressera pas dans ce tube d'une façon rectiligne, mais suivant une ligne courbe de nature hélicoïdale.

Par suite de ce mouvement de rotation en hélice (dans le sens de celui des aiguilles d'une montre) des éléments de la veine liquide, les pressions intérieures du tube cardiaque ne seront pas normales à sa paroi, mais obliques. Le tube endocardique extrêmement mince, libre de toute attache à l'intérieur du tube externe et facilement déformable, obéira dans une certaine mesure à l'impulsion donnée par le courant sanguin, en prenant l'aspect d'un tube de caoutchouc qu'on aurait légèrement tordu sur son axe, dans le sens du courant sanguin. C'est ce qu'on remarque à un stade (13 somites) où le tube cardiaque a encore une direction parfaitement rectiligne. L'ébauche du cœur est placée à ce moment dans les conditions de l'expérience de RINDFLEISCH[2].

---

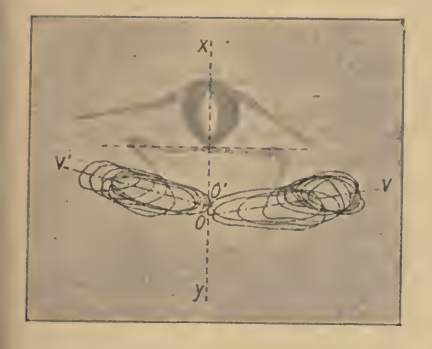
1. KASTCHENKO. *Zeitschrift f. wiss. Mikroscopie,* 1887.

2. RINDFLEISCH. *Traité d'histologie pathologique.* Traduction française sur la 6e édition allemande, par F. GROSS et E. SCHMITT. Paris, Baillière, 1888.

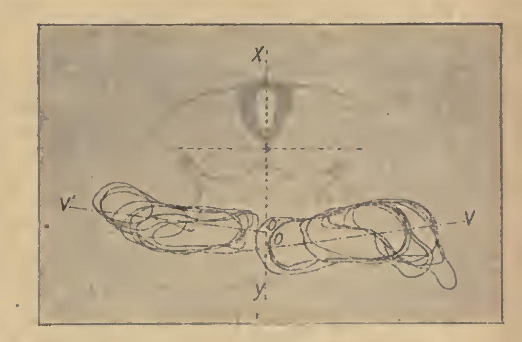
L'allongement des deux tubes cardiaques, la flexion céphalique de l'embryon qui rétrécit dans le sens longitudinal la cavité pariétale, vont produire la flexion du cœur. La direction de cette flexion sera déterminée par une torsion plus précoce[1]. L'extrémité crâniale ou aortique et l'extrémité caudale ou veineuse se rapprochent l'une de l'autre en restant à peu près dans un même

Fig. 9. — Reconstructions, par isolement graphique, de l'extrémité proximale des veines omphalo-mésentériques.

xy, plan sagittal médian ; *vo*, *v'o'*, axes des veines vitellines au niveau de leur pénétration dans l'ébauche cardiaque.

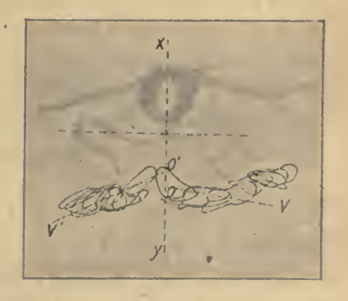


A) Embryon de douze protovertèbres.



B) Embryon de douze à treize protovertèbres.

axe longitudinal, tandis que la partie intermédiaire du cœur décrit une courbe à concavité droite et antérieure, à convexité gauche et postérieure. Cette courbe caractéristique du développement habituel du cœur a été si souvent décrite et figurée que je ne m'y attarderai pas spécialement dans cette note.



C) Embryon de treize protovertèbres.

Les reconstructions plastiques d'ébauches cardiaques du Canard que j'ai suivies jusqu'au stade de vingt à vingt-deux protovertèbres ne diffèrent pas sensiblement des figures se rapportant au développement du Poulet que M. Duval a données dans son atlas.

En résumé, l'ébauche du cœur du Canard tire son origine de cellules mésenchymateuses nées de l'entoderme ou du mésoderme, au-dessous des premiers rudiments du cœlome, à l'extrémité céphalique embryonnaire.

1. A ce propos je ferai remarquer que l'objection de His (1868) à Rindfleisch, que les deux tubes cardiaques ne sont pas appliqués l'un sur l'autre, mais séparés par un espace assez considérable, ne me paraît pas justifiée par mes expériences.

Ces cellules mésenchymateuses vaso-cardiaques forment, en se réunissant les unes aux autres, deux groupes de tractus cellulaires lâches et situés latéralement assez loin de la ligne médiane.

Par suite de l'isolement de la tête de l'embryon et de la formation de l'intestin antérieur, les deux groupes de cellules vaso-cardiaques se rapprochent l'un de l'autre au-dessous de la splanchnopleure, et arrivent presque en contiguïté en arrière de l'union médiane des deux cavités cœlomiques. A ce moment la constitution des deux ébauches est différente suivant le point considéré. Latéralement, les tractus cellulaires ont pris un aspect compact et se transformeront ultérieurement en un vaisseau, les veines vitellines ; par contre, là où les deux groupes de cellules sont voisins l'un de l'autre, séparés seulement par un léger intervalle, les deux ébauches proprement dites du cœur sont formées de cellules peu serrées lâchement unies entre elles et laissant entre leurs intervalles de larges vacuoles.

Les ébauches cardiaques proprement dites ou endocardiques ainsi caractérisées vont à la rencontre de cellules détachées du mésenchyme céphalique, qui sont les ébauches des aortes ascendantes ; elles viennent en même temps se placer au côté dorsal de la cavité pariétale médiane dont elles dépriment le toit en deux profondes gouttières. Les lèvres de ces gouttières se rapprochent et entourent les deux cordons cellulaires du cœur embryonnaire, de deux tubes, les tubes cardiaques externes ou myocardiques. L'union des deux cavités cœlomiques sur la ligne médiane étant antérieure à la position du cœur à la face ventrale du tube digestif, il n'y a pas de mésocarde ventral dans la plus grande partie de l'ébauche cardiaque. Les deux cordons cellulaires endocardiques sont unis en deux points par de minces travées pleines, de cellules mésenchymateuses ; les vacuoles qu'ils présentaient aux stades jeunes se fusionnent ; ainsi sont constitués deux tubes creux, dont les cellules pariétales s'aplatissent et prennent un aspect endothélial. Les deux tubes endothéliaux, ou endocardiques, enveloppés par les tubes myocardiques se continuent du côté caudal avec les ébauches encore pleines des veines omphalo-mésentériques, en avant avec les rudiments des aortes ascendantes.

Ultérieurement les deux tubes endocardiques se soudent en un seul. La fusion débute au point où les cordons cellulaires cardiaques étaient unis par des travées mésenchymateuses. Les tubes myocardiques se confondent aussi et rattachent par l'intermédiaire du mésocarde dorsal l'ébauche du cœur au tube digestif.

L'inégalité qui semble exister très tôt entre les deux ébauches cardiaques, la gauche étant la plus développée, se complique au moment de la fusion des deux tubes endocardiques d'une dissymétrie entre les deux veines omphalo-mésentériques. L'axe de la portion terminale de la veine du côté gauche tombe sur le plan sagittal médian en avant de l'axe de la veine vitelline droite. Le courant sanguin présentera dans le tube endocardique, à cause de la dis-

position des vaisseaux afférents du cœur, un mouvement de progression hélicoïdale dans le sens du déplacement des aiguilles d'une montre. C'est cette rotation de la veine liquide qui influe sur la forme du tube endocardique très mince et lui donne, alors qu'il est encore rectiligne, l'aspect d'un tube ayant subi une torsion sur son axe longitudinal. C'est cette torsion qui détermine le sens de la flexion de l'ébauche cardiaque lorsque cette dernière continue à s'allonger alors que ses deux extrémités se rapprochent l'une de l'autre par suite du rétrécissement de la cavité pariétale. A ce moment, l'ébauche du cœur du Canard ne présente plus rien qui la différencie de celle du Poulet; suivant la position qu'ils occupent sur le tube cardiaque, ses différents segments prendront des caractères particuliers. Le cœur de l'embryon sort désormais de ces premières phases de constitution que je m'étais proposé de résumer dans cette note.

Travaux concernant le développement du cœur chez les Oiseaux.

1817. Pander, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Eie*. Würzburg.

1828. Von Baer. *Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere*. Königsberg.

1855. Remak. *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere*. Berlin.

1865. Lindes. *Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Herzens*. Inaug. Diss. Dorpat.

1866. Dareste. Recherches sur la dualité primitive du cœur et sur la formation de l'aire vasculaire dans l'embryon de la poule (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. LXIII).

1866. Schenk. Ueber die Entwickelung des Herzens und der Pleuroperitonealhöhle in der Herzgegend (*Sitzungsberichte d. Wiener Akad. d. Wissensch.* LV).

1868. His. *Monographie der Hühnchenentwickelung*. Leipzig.

1869. Afanassief. Zur Entwickelung des embryonalen Herzens (*Bull. Acad. Saint-Pétersbourg*, t. XIII).

1871. Klein. Das mittlere Keimblatt in seinen Beziehungen zur Entwickelung der ersten Blutgefässe und Blutkörperchen im Hühnerembryo (*Sitzungsberichte d. Wiener Akad. d. Wiss.* LXIII).

1874. Schenk. *Lehrbuch der vergleichenden Embryologie der Wirbelthiere*. Wien.

1875. His. *Unsere Körperform und das physiologische Problem ihrer Entstehung*. Leipzig.

1876. Foster et Balfour. *Éléments d'embryologie* (Traduction française, Paris, 1877).

1877. Gasser. Ueber die Entstehung des Herzens bei Vogelembryonen (*Arch. f. mikr. Anat.* Bd XIV).

1879. Kœlliker. *Embryologie* (Traduction française. 1882).

1881. Balfour. *Traité d'embryologie et d'organogénie comparées* (Traduction française. Paris. Baillière, 1885).

1889. M. Duval. *Atlas d'embryologie* (Paris, Masson).

1889. Masius. Quelques notes sur le développement du cœur chez le Poulet (*Archives de biologie,* t. IX).

1889. Strahl et Carius. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Herzens und der Körperhöhlen (*Arch. f. Anat., und Phys. Anat. Abth.*).

1890. Dareste. Dualité normale et tératologique du cœur (*Progrès médical*).

1891. Dareste. *Recherches sur la production artificielle des monstruosités* (2e édition. Paris, Reinwald).

1891. Hertwig. *Traité d'embryologie* (Traduction française. Paris. Reinwald).

1894. Langer. Zur Entwickelungsgeschichte der Bulbus cordis bei Vögeln und Säugethieren (*Morphol. Jahrb.* Bd XXII).

1894. Minot. *Traité d'embryologie humaine* (Traduction allemande, Leipzig).

1898. Kollmann. *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen* (Iena).

1898. Rabaud. Embryologie des Poulets omphalocéphales (*Journal de l'anat. et de la phys.,* t. XXXIV).

ÜBER

DAS EPITHEL DER MUNDHÖHLE

VON « CHIMAERA MONSTROSA »

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER LYMPHBAHNEN DESSELBEN

Von Dr F. K. STUDNIČKA (Brünn).

Die Frage nach dem eigentlichen Verhalten der Epithelzellen an ihren Grenzen, sowie die mit ihr grösstenteils kollidirende Frage nach den Wegen des Lymphstromes im Epithel, hat während der letzten Decennien eine grosse Reihe von Specialuntersuchungen hervorgerufen. Auf die wichtigsten Resultate derselben wollen wir in der vorliegenden Mitteilung früher eingehen, bevor wir zu unserem eigenen Falle kommen werden.

Bizzozero (1871) war der erste, dem es gelungen ist, das Verhalten der Epithelzellen zu einander auf eine der Wirklichkeit entsprechende Weise zu erklären. Er fand, dass die im Jahre 1864 von Max Schultze entdeckten « Stacheln und Riffe » der Zelloberfläche der einzelnen Zellen nicht seitlich sich berührend in einander eingreifen, sondern, dass sie sich mit ihren Enden so an einander legen, dass dadurch von einer Zelle zur anderen reichende brückenartige Verbindungen zu Stande kommen[1]. Dadurch ward Bizzozero zugleich zum Entdecker der Interzellularlücken ; denn bis zu seiner Zeit dachte man, dass die Epithelzellen entweder unmittelbar an einander liegen, oder, dass dünne Schichten einer homogenen Substanz zwischen ihnen sich befinden, welche sie mit einander einfach verkitten. Was für einen Inhalt die Interzellularlücken enthalten, ob dieser flüssig oder fest ist, konnte Bizzozero damals noch nicht entscheiden, doch seine Befunde gaben schon die Veranlassung zu weiteren Untersuchungen, durch welche endlich die zweite Ansicht und der Begriff einer Interzellularsubstanz für die Epithelien definitiv aufgelassen wurde.

Für das nähere Verständniss der Interzellularlücken waren von hoher Bedeutung die Injektionsversuche, die eine Reihe von Autoren in den siebziger und achtziger Jahren ausgeführt hat, und die ursprünglich nur zu dem Zwecke unternommen wurden, damit man sich überzeuge, ob zwischen den Lymphwegen des subepithelialen Bindegewebes und denen des Epithels ein Zusammenhang existirt.

Arnold (1875) und Thoma (1875) machten die ersten derartigen Versuche, und zwar mit der Epidermis des Frosches, die sie von Seiten der Lymph-

1. Bizzorero selbst dachte zuerst nur an einen Kontakt der einzelnen « Stacheln », doch es wurde sehr bald erkannt, dass es sich da um ununterbrochene Intercellularbrücken handelt.

räume des Bindegewebes mit einer Injektionsflüssigkeit füllen wollten. KEY und RETZIUS (1881) machten ähnliche Versuche am Rete Malpighii der menschlichen Haut, NALEPA (1883) an Epithelien der Mollusken (Helix), HENLE (1887) wählte zu seinen Versuchen, durch welche er die Permeabilität der Interzellularlücken beweisen wollte, eine teilweise modifizirte Methode, indem er seine Objekte, die Epidermis des Frosches, die des Schweines und das Epithel des Oesophagus zuerst mit einer Oelmasse impraegnierte, und diese nachher mittelst Osmium schwärzte. Alle diese Versuche führten zu positiven Resultaten, und es wurde durch sie als höchst wahrscheinlich gemacht, dass sich auch während des Lebens der Lymphstrom im Epithelgewebe nicht anderswo, als in den Interzellularräumen, bewegen kann und dass eine Verbindung derselben mit den Lymphräumen des subepithelialen Bindegewebes besteht. Durch diese Versuche wurde schon nachgewiesen, dass zwischen den Epithelzellen wirkliche durchgängige Interzellularlücken sich befinden. Dass bei den Injektionsversuchen die Injektionsflüssigkeiten nur eine früher da gewesene interzellulare Substanz verdrängen würde, muss doch als höchst unwahrscheinlich erscheinen.

Abgesehen von diesen Versuchen wollte man auf der anderen Seite auch durch direkte Untersuchungen an gut fixirten und gefärbten Objekten dem wahren Sachverhalte näher kommen, und auch auf diese Weise konnte man ganz bestimmt erkennen, dass da zur Annahme einer interzellularen Kittsubstanz nicht die geringste Veranlassung ist. Von jenen Autoren, denen wir diese Erkenntniss verdanken, werden wir da nur die Wichtigsten nennen. PFITZNER (1880) hat die Epidermis von Salamandra untersucht, und spricht sich auf Grundlage seiner Befunde entschieden gegen die Existenz einer Kittsubstanz aus. Er gibt sogar an, an lebenden Objekten den flüssigen Inhalt der Lücken beobachtet zu haben. MITROPHANOW (1883) der ebenfalls Amphibienepidermis untershucte, findet, dass sich die Lücken bei einem durch Reize verursachten grösseren Andrange von Flüssigkeit in die Epidermis bedeutend erweitern können, woraus man ebenfalls schliessen muss, dass in den Lücken kein fester Inhalt vorhanden sein kann. Aus neuerer Zeit stammen die Untersuchungen von TH. COHN (1894). Dieser Forscher konnte an seinen gut fixirten und mit Heidenhain'schem Eisenhæmatoxylin stark gefärbten Präparaten keine Spur von einem festeren Inhalte der Lücken finden; dieselben erscheinen an solchen Präparaten immer farblos, und konnten während des Lebens mit nichts anderem als nur mit der Lymphe gefüllt sein. Auf eine ähnliche Weise spricht sich FLEMMING (1896) aus; er erklärt, dass die bekannte Reaktion des Inhaltes der Interzellularlücken nach Anwendung von Argentum nitricum (RECKLINGHAUSEN) auf eine ganz natürliche Weise durch eine Reduktion des Silbers in der nur wenig veränderten Lymphe, die diese Lücken während des Lebens füllte, sich erklären lässt, und dass die Annahme einer besonderen Interzellularsubstanz (Kitt-

substanz) durchaus unberechtigt ist. Es war von grosser Wichtigkeit, als erkannt wurde, dass die interzellularen Verhältnisse in den Endothelien sich auf keine Weise von denen der wirklichen Epithelien unterscheiden lassen. Auch hier konnten Lücken und Interzellularbrücken zwischen den Zellen nachgewiesen werden, und als Inhalt der ersteren wird auch hier von den Autoren, denen wir diese Kenntniss verdanken — wir können hier von ihnen Kolossow (1893) nennen — die Lymphe angegeben. Diese Facta sind deshalb so wichtig, weil gerade nach den Befunden an Endothelien und der von Recklinghausen an dieser zuerst nachgewiesenen Färbbarkeit der Zellgrenzen mittelst Argentum nitricum auf die Existenz einer Kittsubstanz geschlossen wurde. Erst später wurde das hier gefundene auch für die Epithelien generalisirt.

Sehr bald, nachdem man den wahren Charakter der Interzellularlücken erkannt hatte, tauchte auch schon die Frage auf, ob man sich diese Lücken auf der Oberfläche des Epithels offen oder geschlossen vorstellen soll. In der ersten Zeit neigte man sich fast allgemein der ersteren Auffassungsweise zu. Leydig (1876), Pfitzner (1880) und Paulitzki (1884) sprachen sich in diesem Sinne aus. Pfitzner wollte sogar an lebenden Objekten (Salamanderlarven) gesehen zu haben, wie die Interzellularflüssigkeit aus den auf der Oberfläche des Epithels sich befindenden Oeffnungen (Poren) nach aussen treten kann[1]. Erst in der neuesten Zeit kam man zu der Erkenntniss, dass die Interzellularlücken doch gegen das Aeussere geschlossen sind. Heidenhain und Th. Cohn (1894) haben an mit Eisenhæmatoxylin gefärbten Präparaten zwischen den äusseren Kanten der auf einander grenzenden oberflächlichen Zellen besondere schwarz sich färbende, aus einer ausgeschiedenen Substanz bestehende, Leisten gefunden, welche die Zellen unter einander verbinden und zugleich die Interzellularlücken nach aussen hin verschliessen.

Während also die Lücken auf der Oberfläche der Epithelien verschlossen sind, stehen sie auf der Basis des Epithels mit den Lymphräumen des subepithelialen Bindegewebes in direktem Zusammenhange. Die Kommunikationen von beiderlei Lückensystemen lassen sich zwar an gewöhnlichen Präparaten nur ausnahmsweise beobachten, doch ihr Vorhandensein ist durch die oben von uns angeführten positiven Resultate der Injektionsversuche genügend bewiesen.

Schon nach einer einfachen Erwägung des Sachverhaltes muss man annehmen, dass ein solcher Zusammenhang eigentlich ganz notwendig ist ; es lässt sich doch nicht annehmen, dass das Lückensystem der Epithelien für sich abgeschlossen und von dem des übrigen Körpers abgetrennt sei.

Wir haben bisher einfach von « Interzellularlücken » gesprochen, ohne

1. *L. c.*, p. 495 : Man sieht aus den Oeffnungen « kleine Tröpfchen einer Substanz, die stärker lichtbrechend ist als das Wasser, hervorquellen ».

auf die Unterschiede der einzelnen Arten derselben einzugehen. Früher, und zwar seit ihrer Entdeckung durch Bizzozero stellte man sich die Interzellularlücken überhaupt nur als kontinuirliche, zwischen den ganzen gegen einander liegenden Zellflächen sich befindende Räume vor. Die Interzellularverbindungen kannte man damals in Folge dessen nur in der Form von fadenförmigen oder isolirten lamellenartigen, die Zellen unter einander verbindenden Substanzpartieen. Erst F. E. Schulze (1896) machte darauf aufmerksam, dass bei jungen Amphibienlarven statt zusammenhängender Interzellularlücken an den Zellgrenzen sich nur Schichten von Vacuolen befinden. Das, was man an Querschnitten der Zellen als Interzellularbrücken zu erkennen glaubt, sind nur Querschnitte der die einzelnen Vacuolen von einander trennenden Lamellen. Schultze konnte sich von dem Vorhandensein der eben erwähnten Strukturen auch an lebenden Objekten (Larven von Triton und Salamandra) überzeugen und nahm an, dass die betreffenden Zustände uns das Anfangsstadium der Bildung der Interzellularlücken vorstellen; später reissen die einzelnen Lamellen zwischen den Vacuolen durch, und es entwickeln sich aus ihnen auf diese Weise die fadenförmigen Interzellularbrücken. Aus den mit einander verschmelzenden Vacuolen entstehen hierdurch die definitiven überall zusammenhängenden Interzellularlücken. Die Angaben von Schulze lassen sich jederzeit an dem von ihm angegebenen Materiale kontrolliren. Am besten eignen sich dazu stark überfärbte Präparate. An solchen sind, wenn man nur einigermassen dickere Schnitte vor sich hat, die Räume zwischen den einzelnen Brücken ebenfalls, wenn auch nur schwach, gefärbt; es sind dies eben die einzelnen Lamellen, die sich uns da mit ihren Flächen zugewendet, präsentiren. Besser lassen sich die Verhältnisse jedenfalls dort beobachten, wo der Schnitt die Interzellularstrukturen parallel mit der Zelloberfläche getroffen hat. Mit den von Schulze beschriebenen Bildern kann man sich auch anderswo als bei Amphibienlarven begegnen, und die Annahme ist ganz nahe, dass sie uns überhaupt den Urzustand der Lückenbildung in Epithelien vorstellen. Unlängst hat z. B. Foa (18) über ihr Vorhandensein in verschiedenen Epithelien von Rinderfœtus Nachricht gegeben.

Wenn auch in der allergrössten Anzahl der Fälle die interzellularen Vacuolen nur die Bedeutung der Anfangsstadien der Interzellularlücken haben, so erhalten sie sich doch in gewissen Fällen auch lebenslang. Wir selbst haben vor einiger Zeit in einer über die Histologie des Chordagewebes handelnden Arbeit angegeben, dass die Zellen desselben besonders da, wo es den Charakter eines « epidermoidalen » Gewebes hat, lebenslang durch interzellulare Vacuolenschichten von einander getrennt sind; in dem gerade erwähnten Chordagewebetypus stellen die betreffenden Vacuolen sogar eine normale Erscheinung vor; denn nur sehr selten zerreissen die Wände zwischen ihnen, genau auf dieselbe Weise, wie das Schulze seiner Zeit angegeben hat, und

es kommen da dann auch zusammenhängende Interzellularlücken vor. Abgesehen von dem Chordagewebe gibt es auch im Epithelgewebe der erwachsenen Tiere solche Fälle in denen wir den betreffenden Vacuolenschichten begegnen können; zu solchen gehört auch derjenige, über den wir später in dieser Mitteilung handeln wollen.

Wenn wir alles, was wir hier, einerseits aus der Literatur, anderseits nach eigenen Erfahrungen angegeben haben, noch einmal überblicken, so kommen wir zu der Ansicht, dass es zwischen den Zellen des Epithelgewebes von einer Flüssigkeit, der Lymphe, durchströmte Räume gibt, die einst durch das Zusammenfliessen von intercellularen Vacuolen zustande gekommen sind. Nur selten erhalten sich zwischen den Epithelzellen solche Vacuolenschichten lebenslänglich. Diese Interzellularlücken sind auf der Oberfläche des Epithels gegen das Aeussere abgeschlossen, an der Basis desselben stehen sie dagegen mit den Lymphbahnen des subepithelialen Bindegewebes im Zusammenhange. Diese Räume, die von der Lymphe durchströmt werden, dienen zur Ernährung des Gewebes. Auch da, wo man Schichten von gegen einander abgeschlossenen Vacuolen begegnet, muss man annehmen, dass diesen die Rolle von Lymphbahnen zukommt; die Flüssigkeit strömt einfach von der einen Vacuole zur anderen, und gelangt erst von den Vacuolenschichten in das Innere der einzelnen Zellen. Wenn auch der Weg, den die Ernährungsflüssigkeit in solchen Fällen durchmachen muss, kein einfacher ist, so ist derselbe doch ohne Zweifel ein viel bequemerer, als da, wo, wie das z. B. im Knorpelgewebe der Fall ist, die Ernährungsflüssigkeiten sich durch feste Grundsubstanzen verbreiten müssen.

Wir wenden uns jetzt unserem speziellen Falle zu, und es soll ihm die folgende Beschreibung gewidmet sein. Es handelt sich um das auffallend dicke Epithel das die obere Wand der Mundhöhle und die Lippen von Chimæra monstrosa bekleidet. Wir haben Gelegenheit gehabt dasselbe an dem Materiale zu untersuchen, das wir uns vor Jahren zum Zwecke des Studiums der nervösen Centralorgane in Neapel, teilweise auch in Bergen gesammelt haben[1]. Leider haben wir damals nicht von den übrigen Epithelien des Verdauungskanals und der Körperoberfläche Proben genommen, doch es verdient schon das was wir an den genannten Stellen gefunden haben, eine Erwähnung und es wird sich vielleicht einmal die Gelegenheit finden das von uns hier Angegebene durch Untersuchungen an einem grösseren Materiale zu vervollständigen.

Das eben genannte Epithel ist da, wo es dicker ist aus bis 20, anderswo, an

---

1. Das zu dieser Arbeit benützte Material war mit Sublimat-Eisessig, Formol und der Zenker'schen Flüssigkeit fixirt. Es stammt von im Ganzen fünf verschiedenen Exemplaren der genannten Thierart. Die betreffenden Exemplare sind zwar schon todt, jedoch noch vollkommen frisch in unsere Hände gekommen.

dünneren Stellen, aus 10 oder 8 Zellschichten zusammengesetzt. Seine Dicke beträgt an vielen Stellen bis 0,7 oder 0,5 Mm. (auf den Lippen 0,5 Mm.) in der hinteren Partie der oberen Wand der Mundhöhle meistens weniger als 0,1 Mm. Die Zellen des Epithels sind entweder in allen Dimensionen gleich gross, oder sie sind etwas, und zwar senkrecht, auf die Oberfläche des Epithels ausgedehnt; das letztere gilt hauptsächlich von den tieferen Schichten desselben. Näheres über die örtlichen Unterschiede des Epithels brauchen wir da, wo es sich hauptsächlich um das Histologische der ganzen Sache handeln wird, nicht anführen. Dieselben bestehen, abgesehen von der verschiedenen Dicke des Epithels, hauptsächlich in einer grösseren oder geringeren Menge der Leydig'schen Drüsen und in dem verschiedenen Verhalten der oberflächlichen Zellschichten auf das wir später zu sprechen kommen werden.

Was die eigentlichen Epithelzellen betrifft, so sind dieselben auf ihren Oberflächen mit mehr oder weniger dicken Exoplasmaschichten bedeckt. Im Inneren der Mundhöhle und besonders in den hinteren Partieen derselben sind diese Schichten dünner und vom Charakter gewöhnlicher Zellmembranen (Fig. 3-5); vorne in der Mundhöhle und auf der Oberfläche der Lippen, wo sich das Epithel mit einer besonderen Härte auszeichnen muss, sind die Exoplasmaschichten auffallend dick, und das Endoplasma ist da nur auf die Mitte der Zelle, auf die unmittelbare Nähe des Zellkerns, beschränkt. Ebenso wie wir das anderswo, und hauptsächlich in Chordazellen beobachten können, nimmt das Endoplasma, das gegen das Exoplasma durch eine vollkommen scharfe Grenze begrenzt ist, in der Mitte der Zellen einen fast regelmässig kugelförmigen Raum ein. Eine natürliche Folge dessen ist, dass das Exoplasma auf verschiedenen Seiten einer und derselben Zellen verschieden dick sein muss. Man kann in diesem stellenweise, nicht überall, die « Protoplasmafasern » beobachten[1]. Zum Unterschiede von den gewöhnlichen Epithelzellen besitzen die basalen Zellen keine besondere Exoplasmaschichten auf ihren Oberflächen; die ebenfalls hier deutlich entwickelten Protoplasmafasern verlaufen fast mit ganzen Zellkörper (Vergl. Fig. 1). Neben den gewöhnlichen Epithelzellen kommen im Epithel der Mundhöhle, sowie in dem der Lippen die sogenannten Leydig'schen Drüsenzellen vor. Diese haben das normale Aussehen und kommen hauptsächlich in den oberen und mittleren Epithelschichten vor; im Ganzen sind sie in den uns hier interessierenden Epithelien spärlich verteilt; stellenweise fehlen sie fast vollständig.

Was die Interzellularstrukturen betrifft, so können wir da etwa Folgendes anführen: Die Zellen des Lippenepithels und die der vorderen Partieen des Mundhöhlenepithels sind von einander überall mittelst deutlicher Interzellular-

1. Sie bilden oft starke Stränge. Solche Stränge ragen oft leistenartig in das Innere des Endoplasmas hinein.

lücken getrennt, und hängen überall nur mittelst fadenförmiger Interzellularbrücken zusammen. Viel interessantere Verhältnisse lassen sich im Epithel der mittleren und hinteren Partie der oberen Wand der Mundhöhle beobachten. Zwischen den obersten drei oder vier Zellschichten dieses Epithels befinden sich nicht zusammenhängende Interzellularlücken, sondern die oben in der Einleitung zu dieser Arbeit erwähnten Vacuolenschichten. Diese lassen sich biszwischen die Deckplatten (die gestreiften Cuticularsäume) der oberflächlichsten Zellen verfolgen. Hier sind die Vacuolen ganz klein. Wenn man sie von oben angefangen in die tieferen Partieen des Epithels verfolgt, sieht man, wie sie allmählich grösser und grösser werden, und es lässt sich sehr deutlich beobachten, wie sich aus ihnen beim Durchreissen der intervacuolären Scheidewände zuletzt die kontinuirlichen Interzellularlücken entwickeln (Vergl. Fig. 4). Die intervacuolären Lamellensysteme lassen sich in den obersten Zellschichten, überall da, wo sie der Schnitt parallel mit der Oberfläche der Zellen getroffen hat, als feine regelmässige Netze beobachten; weiter unten sieht man statt solcher die Querschnitte der wirklichen zuerst lamellenartigen, später fadenförmigen Interzellularbrücken. Wie sich die Vacuolenschichten auf der Oberfläche des Epithels zu den Deckplatten verhalten, und welche Struktur diese letzteren haben, lässt sich an unserem Objekte nicht gerade bequem erkennen. Allem Anscheine nach ist die Struktur der Deckplatte in unserem Falle von der, wie wir sie in anderen, und hauptsächlich bei Cyclostomen und Amphibien beobachten konnten, nicht verschieden. Auch hier besteht die Deckplatte wie es scheint aus einem Systeme von senkrecht auf die Zelloberfläche ausgedehnten Vacuolen, die oben von einer, wahrscheinlich ausgeschiedenen, wirklichen Cuticula[1] geschlossen sind. Diese Vacuolen sind, wie wir darauf seinerzeit (1898) aufmerksam gemacht haben, analoge Bildungen der Interzellularvacuolen. Die Lamellen einer Deckplatte gehören ebenso wie diejenigen der Interzellularstrukturen zum Exoplasma. Die Unterschiede die hier vorkommen sind aus den lokalen Verhältnissen leicht zu erklären. Zwischen den oberen Rändern der Deckplatten befinden sich die « Schlussleisten », von denen man annehmen muss, dass sie die Interzellularlücken (in unserem Falle die Vacuolenschichten) vollständig gegen das Aeussere verschliessen (resp. begrenzen). Abweichend von den hier gerade beschriebenen Verhältnissen verhält sich das Epithel der vorderen Partie der Mundhöhle und das der Lippen. Die Zellen auf der Oberfläche des Epithels sind hier stark abgeplattet und werden bei dem Wachstum desselben wahrscheinlich fortwährend abgeworfen. Eine Deckplatte haben wir da nicht beobachtet.

Die Interzellularlücken (gleich ob Vacuolen oder zusammenhängende Lücken) sind, die obersten Zellschichten des Epithels ausgenommen, überall

---

1. WOLFF'sche Cuticula : Vergl. *Jenaische Zeitschr. f. Naturw.* 1889.

gleich breit, erst zwischen den untersten Zellen sind sie wieder etwas enger, und weisen hier einige Eigentümlichkeiten auf, auf die wir im weiteren Verlaufe unserer Schilderungen eingehen werden.

Interessant ist das Verhalten der Basalzellen auf ihren gegen das unterliegende Bindegewebe zugewendeten Seiten. Die Zellen liegen hier scheinbar mit vollkommen glatten Oberflächen einer Basalmembran an, die wie aus folgendem hervorgeht als ein Bestandteil ihrer Körper aufzufassen ist. Diese Basalmembran, die stark lichtbrechend, mit Eosin sowie mit Säurefuchsin intensiv färbbar ist, und sich dadurch von den an sie anliegenden Zellkörpern





Fig. 1. — Einige Basalzellen des Epithels der Mundhöhle von Chimæra monstrosa mit den zwischen ihnen sich befindenden Lymphräumen und der an ihrer Basis liegenden « Basalmembran ». Fixirung : Sublimat-Eisessig. Färbung : Eisenhæmatoxylin. Vergrösserung : Zeiss, homog. Imm. 1/12, Oc. 4. Mit der Hilfe einer Abbe'schen Camera lucida gezeichnet. Rechts sind einige Zellen wegen besseren Darstellung des Verhaltens der Protoplasmafaserungen bei einer noch grösseren Vergrösserung, teilweise schematisch dargestellt. Bei der Reproduktion würde die Abbildung so wie alle übrigen auf 1/3 verkleinert.

auf den ersten Blick unterscheiden lässt, zeigt bei der Anwendung einer starken Immersionsvergrösserung eine streifige Struktur, und man erkennt, wenn man ihr etwas Aufmerksamkeit zugewendet hat, dass diese Struktur vollkommen derjenigen analog ist, mit der sich manche die freie Zelloberfläche bedeckenden Culiculæ ausweisen können[1]. Die sogenannte « Basalmembran » ist aus dicht liegenden steifen, wahrscheinlich mit einander verklebten Fortsätzen der basalen Oberfläche der einzelnen Zellen zusammengesetzt; es handelt sich in ihr überhaupt um keine einheitliche Membran sondern um eine von den den einzelnen Zellen gehörenden Cuticularbildungen zusammengesetzte Mosaik. (Fig. 1.) Die letzteren sind, wie man sich davon am besten an Schiefschnitten überzeugen kann, nur mittelst ihren unteren Rändern mit einander verschmolzen. Erst unter dieser « Basalmembran »

1. Wir errinnern da an die « Cuticula » des Darmkanals von Ascaris weiter an die Cuticularsäume des Darmkanals verschiedener Arthropoden, über die neuestens Nils Holmgren im *Anatom. Anzeiger,* Bd. XXI, 1902, p. 373, einen Bericht gibt.

befindet sich das Bindegewebe. Wir begegnen uns mit dieser « Basalmembran » überall in allen Partieen der von uns untersuchten Epithelien, nur eines der von uns untersuchten Präparate wies eine etwas abweichende Struktur auf: statt der zu einer Cuticula zusammengeklebten steifen Fortsätze der unteren Zelloberfläche sahen wir da von einander deutlich isolirte weniger färbbare feine Fortsätze, die von den fadenförmigen Interzellularbrücken der übrigen Zellseiten nur wenig verschieden waren. In diesem Ausnahmsfalle sahen wir deutlich, dass die die « Basalmembran » zusammensetzenden Fasern wirklich die Bedeutung von Zellfortsätzen haben.

Es ist sehr zweifelhaft, ob es die Zellen der untersten Schicht sind, durch deren Teilung das Epithelgewebe seinen Zuwachs erhält, wir fanden in den mittleren Schichten der Epithelien immer mehr Mitosen oder gerade von einander getrennter Zellen als irgend anderswo, so dass wir annehmen müssen, dass es in unserem Epithel die gewöhnlichen mit dicken Exoplasmaschichten versehenen Zellen sind, die sich da entschieden öfter teilen als die anscheinend primitiveren Basalzellen.

In unserer bisherigen Schilderung hätten wir den Umstand, dass man da in einem und demselben Epithel eines erwachsenen Tieres beiden Arten der Interzellularstrukturen gleichzeitig begegnen kann, und die von uns erwähnte, deutlicher als irgend anderswo sich hier präsentirende Struktur « der Basalmembran » vielleicht ausgenommen, nichts angeführt, was nicht auch in anderen Epithelien zu finden wäre. Die Ursache warum wir dem Epithelgewebe mit dem wir uns hier beschäftigen eine besondere Aufmerksamkeit zuwenden, besteht darin, dass man in ihm ausser dem Systeme der gewöhnlichen engen Interzellularlücken noch besonderen breiten nach Aussen mündenden Lymphbahnen begegnen kann, wie ähnliche anderswo, in Epithelien des entwickelten Wirbeltierkörpers wenigstens, bisher nicht beobachtet wurden.

Schon bei der Benützung einer schwächeren Vergrösserung, z. B. etwa eines Systemes 3 von Reichert, kann man beobachten, dass das Epithel stellenweise in seiner ganzen Dicke von hellen Streifen durchgesetzt wird. Da, wo solche durch den Schnitt günstig getroffen wurden, sieht man, dass sie von den untersten Zellschichten des Epithels ausgehen und bis genau zur Oberfläche desselben führen. Diese Streifen sind hell, sie unterscheiden sich dadurch auffallend von den wegen der dicht liegenden Interzellularbrücken immer ziemlich dunkel erscheinenden Interzellularlücken. Bei der Benützung einer einigermassen stärkeren Vergrösserung ist es möglich zu entscheiden, dass es sich da um Kanälchen handelt (Vergl. Fig. 2), die das Epithel in seiner ganzen Dicke durchsetzen und auf seiner Oberfläche nach aussen münden. Solche Kanälchen kommen in allen Partieen der oberen Wand der Mundhöhle, sowie auf den Lippen vor. Sie kommen stellenweise häufiger, anderswo wieder seltener vor, manchmal sind sie sogar sehr selten. Meistens erscheinen sie vereinzelt und in grösseren Entfernungen von einander.

Auf den ersten Blick könnte man an Kapillaren oder an Ausmündungen von Drüsen denken, doch bei der Benützung eines starken Systemes schwinden alle Zweifel, und man erkennt sofort den wahren Sachverhalt. Die Kanälchen, um die es sich da handelt, haben keine eigenen Wände; es sind das gewöhnliche Epithelzellen, zwischen denen sie sich ihren Weg bahnen, und es ist klar, dass wir da nichts anderes vor uns haben, als erweiterte Partieen des allgemeinen im ganzen Epithelgewebe verbreiteten Lückensystemes. Man sieht bei der Benützung einer genügend starken Vergrösserung ganz deutlich, wie von allen Seiten her die gewöhnlichen engen Interzellularlücken in das Innere der Kanälchen münden, so dass diese letzteren in einem gewissen Sinne als Sammelkanälchen des gesammten Lückensystemes des Epithels aufgefasst werden können.

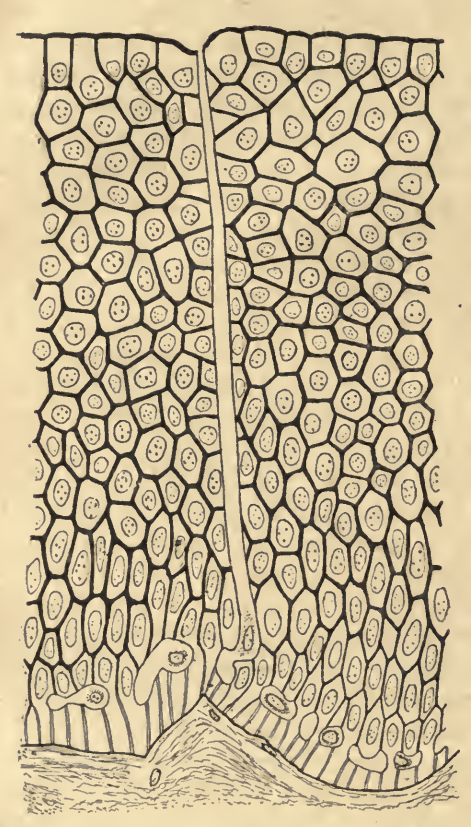


Fig. 2. — Ein Querschnitt durch das Epithel aus etwa der mittleren Partie der oberen Wand der Mundhöhle von Chimæra monstrosa. Vergrösseruug : Reichert, Obj. 6, Oc. 4. Mit der Hilfe einer Abbe'schen Camera lucida gezeichnet.

Die die Kanälchen begrenzenden Epithelzellen zeigen an jenen Seiten, die gegen die ersteren gewendet sind, was ihre Struktur betrifft, keine Eigentümlichkeiten auf; ihr Exoplasma ist hier nicht im geringsten dicker als anderswo. Dass da ausser dieser Schicht keine andere Wand auf der Peripherie der Kanälchen vorhanden ist, lässt sich mit der grössten Sicherheit erkennen. Wenn da eine solche vorhanden wäre, so müssten, wie das ja in allen ähnlichen Fällen bemerkbar ist, zwischen ihr und den Wänden der benachbarten Zellen Interzellularlücken vorkommen. Wir sehen z. B., dass auch die doch sehr dünnen Wände der vollkommen ausgeleerten Leydig'schen Drüsen mit den an sie grenzenden Epithelzellen nicht verschmelzen, sondern immer etwas von ihnen entfernt bleiben und mit ihnen nur mittelst der Interzellularbrücken zusammenhängen. (Vergl. Fig. 5.)

Höchst auffallend ist die Regelmässigkeit, mit der sich unsere Kanälchen ihren Weg durch die ganze Dicke des Epithels bahnen. Sie verlaufen in der Regel entweder vollkommen gerade oder sind nur unbedeutend gebogen oder gekrümmt; nur selten haben wir an ihnen auffallendere Krümmungen beobachtet. Ebenfalls höchst selten sind Verzweigungen derselben, oder gar solche Fälle, in denen sich die Aeste eines geteilten Kanälchens wieder mit einander vereinigen. Besonders diese letzteren Erscheinungen sind höchst interessant; sie stellen uns einen wichtigen Beweis gegen eine Auffassungsweise dar, die sonst nicht unwahrscheinlich wäre, wir meinen eine solche, nach der die Kanälchen uns nichts anderes, als nach auswandernden Leucocyten übrig gebliebenen Wege vorstellen würden. Neben vollkommen regelmässigen Kanälchen die überall gleich breit sind, fanden wir in einigen Fällen, jedoch immer nur in der untersten Epithelpartie auch unregelmässige, die etwa das Aussehen von in Bildung begriffenen oder von unvollständig ausgebildeten hatten [1]. Sehr oft sieht man, wie die seitlich in die Kanälchen mündenden Interzellularlücken in der Nähe ihrer Ausmündung mehr oder weniger ausgebreitet sind, und wie in ihnen sogar die Interzellularbrücken fehlen. Solche Fälle stellen unsere Figuren 3 und 4 dar.

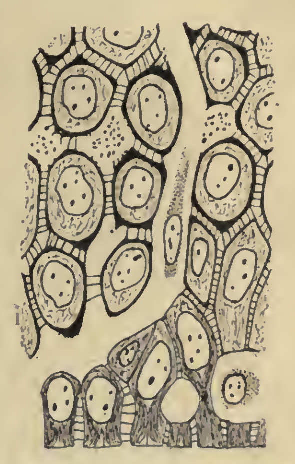


Fig. 3. — Der Anfang eines « Kamines » in den untersten Schichten des Epithels; aus derselben Partie des Epithels der Mundhöhle von Chimæra wie Fig. 2. Fixirung, Färbung und Vergrösserung wie bei Figur 1.

In der Regel weisen die Kanälchen überall die gleiche Breite auf, und ihr Querschnitt ist regelmässig rund [2]. Wenn man bedenkt, dass die gewöhnlichen Interzellularlücken zwischen den verschiedenen Zellen nirgends in einer geraden Linie verlaufen und immer nur ziemlich eng und spaltenartig sind, so muss man annehmen, dass der Prozess, dem die von uns beschriebenen Kanälchen ihr Dasein verdanken, ein ziemlich komplizierter sein muss. Die einzelnen Zellen müssen in jenen Partieen wo ein Kanälchen sich bildet tief eingebuchtet werden, und man sieht in der That, dass sie sich mit tiefen Rinnen aufweisen, oder sogar in Folge der Entwickelung der Kanälchen in ihrer Nachbarschaft im Ganzen eine rinnenförmige Gestalt annehmen. Das Wichtigste bei der Bildung der Kanälchen ist der Schwund der Interzellularbrücken in ihrem Bereiche; die Kanälchen sind in der That leer; nur geringe

1. Unabhängig von den Kanälchen entstehen stellenweise auch in höheren Schichten des Epithels grössere mit Leucocyten ausgefüllte Lücken.

2. Vergleiche Figur 4 links.

Reste eines Koagulates, die sich an das Vorhandensein der ehemals, während des Lebens, sie füllenden Flüssigkeit zurückführen lassen, kommen in ihnen, ausser den unten zu erwähnenden Leucocyten, vor.



Fig. 4. — Eine grössere Partie des Epithels aus derselben Stelle, wie Figure 2; die basalen Lymphräume und der Anfang eines Kamines. Links oben der Querschnitt eines Kamines. Fixirung und Färbung wie bei Figur 1. Vergrösserung: Zeiss, homog. Imm. 1/12, Oc. 4, Tubus 180 Mm.

Es handelt sich jetzt, nachdem wir die allgemeinen Eigenschaften der Kanälchen beschrieben haben, darum, wo man eigentlich ihren Ursprung suchen soll, und auf welche Weise sie auf der Oberfläche des Epithels endigen.

Wie wir schon oben angegeben haben, lassen sich die uns hier interessirenden Kanälchen bis zwischen die basalen Zellen des Epithels verfolgen. Die Verhältnisse, denen wir hier begegnen sind etwa folgende: Die basalen Zellen sind auffallend höher als diejenigen der übrigen Schichten. Ihre Gestalt dürfte im Ganzen als cylindrisch bezeichnet werden, wenn sie nicht in der Mitte stark eingeschnürt wären. Die betreffenden Zellen sind in dem oberen

und unteren Drittel ihrer ganzen Länge von einander durch gewöhnliche Interzellularlücken getrennt und mittelst zahlreicher Brücken verbunden. In

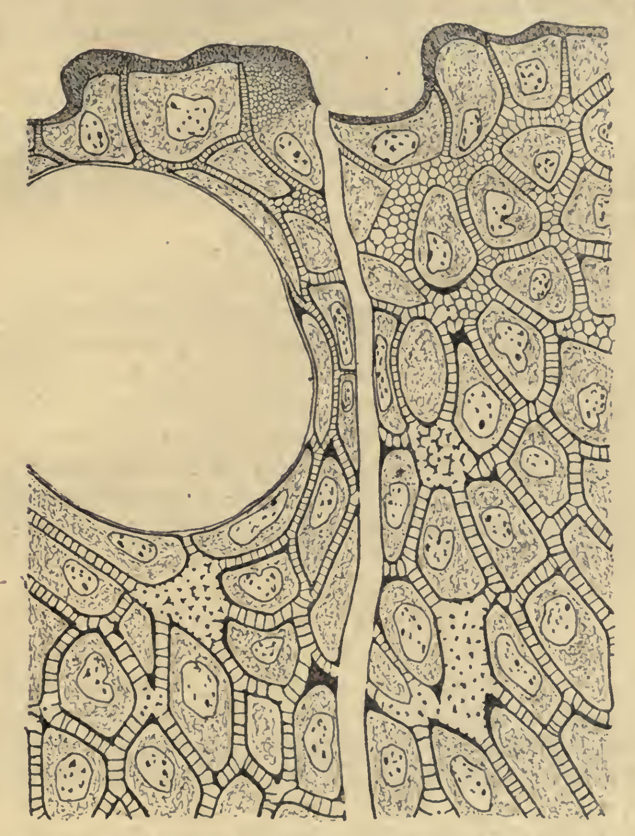


Fig. 5. — Die obere Partie desselben Epithels mit der Ausmündung eines Kamines zwischen den Deckplatten der obersten Zellschichte. Zugleich ist da der Uebergang der interzellularen Vacuolenschichten (oben in der Abb.) in kontinuirliche Interzellularlücken dargestellt. Links eine leere Leydig'sche Drüsenzelle. Vergrösserung u. s. w. wie bei Figur 4.

dem mittleren Drittel erweitern sich die Interzellularlücken plötzlich zu mehr oder weniger geräumigen Lacunen oder Kanälen in deren Bereiche die Interzellularbrücken vollkommen fehlen. Diese Lacunen stehen unter einander überall in Verbindung, so dass dadurch ein im Niveau etwa der Mitte der Basalzellen sich befindendes und parallel mit der unteren Oberfläche des Epithels sich ausbreitendes Lückennetz zu Stande kommt. Ueberall in diesen Lacunen und Kanälen sind zahlreiche Leucocyten eingelagert, und es ist klar, dass das ganze Lückensystem nur dem Lymphstrome, mit dem zugleich die Leucocyten gekommen sind, ihre Entstehung verdankt.

Aehnliche Erweiterungen der interzellularen Lücken im Niveau der Basalzellen des Epithels sind eigentlich schon lange bekannt. RENAUT hat sie vor einiger Zeit unter dem Namen « Thèques intra-épithéliales » beschrieben[1], und MAURER (1895) erwähnt sie als zusammenhängende Lückensysteme aus der Epidermis der Teleostier[2]. Ein solches überall zusammenhängendes Lückensystem muss jedenfalls in hohem Maasse die Ernährung der untersten Schichten der Epithelzellen ermöglichen ; die Circulation der Lymphe muss in den frei durchgängigen Lacunen eine unvergleichbar bequemere sein als in den überall mittelst der Brücken durchquerten und dazu noch ziemlich engen gewöhnlichen Interzellularlücken.

Von dem gerade erwähnten, im Epithel horizontal ausgebreiteten Lückensysteme gehen nun, wie man sich davon an vielen Stellen ganz deutlich überzeugen kann, die früher von uns beschriebenen und das Epithel senkrecht durchsetzenden Kanälchen, oder, wie wir dieselben hier nennen können, die « Kamine » des interzellularen Lückensystemes aus. Sie unterscheiden sich von den ersteren auf den ersten Blick durch ihren regelmässigen Verlauf und ihre überall gleiche Breite. Wir stellen in unserer Figur 4 bei einer stärkeren Vergrösserung den Uebergang des horizontalen Lückensystemes in einen Kamin dar; in dem Falle, der in dieser Abbildung zur Darstellung kam, handelte es sich um einen auffallend breiten und schön ausgebildeten Kamin ; meistens sind solche viel enger. Einen anderen ähnlichen Fall stellt unsere Figur 3 dar. In beiden hier abgebildeten Fällen sieht man wie einzelne bedeutend erweiterte Interzellularlücken seitlich in diese Kamine münden.

Während die basalen Lacunen und Kanäle, wie wir das schon erwähnt haben, sehr reich mit Leucocyten ausgefüllt waren, kommen solche in den Kaminen ausschliesslich in deren Anfangsstelle, da wo sie in das basale Lückensystem übergehen, vor. Wir finden, dass fast in der Regel an dieser Stelle ein Leucocyt eingelagert ist, dessen Körper spindelförmig in die Länge ausgezogen ist, und der das Lumen dieser Partie des Kamines fast verstopft. Seltener liegt eine solche Zelle etwas höher im Inneren des Kamines. Die in ihrem Inneren Leucocyten enthaltenden Kamine haben oft so ein Aussehen als ob es sich da um eigentümliche spindelförmige das Epithel durchsetzende Zellen handeln würde; der Leucocyt würde dabei dem Körper einer solchen Zelle entsprechen. (Vergl. unsere Fig. 2 und 3.) Dass es sich da nicht um Gewebszellen handeln kann begreift man, abgesehen von anderen Umständen, wenn man erwägt, dass die Zellen um die es sich da handelt nackt sind : Gewebszellen, es könnte sich nur um Drüsenzellen handeln, müssten sich in jedem Falle mit eigenen Zellwänden ausweisen !

---

1. RENAUT, im *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*. Vergleiche auch dessen *Traité d'histologie pratique*, t. II, fasc. 1, S. 41 und 153.

2. Sie sollen auch in höheren Schichten der Teleostierepidermis verbreitet sein.

Soviel vom Verhalten der Kamine an ihrem unteren Ende. Das, was man am oberen Ende derselben beobachten kann, lässt sich mit wenigen Worten sagen. Die Kamine lassen sich deutlich bis zwischen die oberflächlichen Zellen des Epithels verfolgen, sie werden hier, und zwar allmählich, etwas enger als sie in ihrem übrigen Verlaufe waren. An besonders günstigen Stellen kann man beobachten, wie die Kamine zwischen den Deckplatten (den Cuticularsäumen) der Zellen frei nach aussen ausmünden. An den Ausmündungsstellen, die wir hier als « Poren » bezeichnen können, werden sie noch etwas enger als in ihrem bisherigen Verlaufe, und dies kann manchmal dazu die Veranlassung geben, dass man meinen könnte, die Kamine seien da verschlossen. In jenen Fällen in denen die Oberfläche des Epithels von flachen, sich abtrennenden Zellen gebildet wird, konnten wir die Ausmündung der Kamine nicht beobachten; es lässt sich nicht bezweifeln dass auch hier die Kamine nicht abgeschlossen sein werden.

Es bliebe uns am Ende unserer Schilderungen noch übrig über das Verhalten des gesammten Lückensystemes der uns hier interessirenden Epithelien zu den Lymphbahnen des subepithelialen Bindegewebes und hiermit zu dem des ganzen übrigen Körpers ein Wort zu sagen. In dieser Beziehung sind unsere Tinktionspräparate nicht besonders günstig. Man sieht zwar in den oberflächlichen Bindegewebeschichten neben stellenweise sehr reichlich vorhandenen Kapillaren auch Spalten und Lücken, die nur die Bedeutung von Lymphwegen haben können, doch eine direkte Verbindung derselben mit denen des Epithels lässt sich nicht beobachten. Wenn die Flüssigkeiten aus den Lücken des Bindegewebes in die des Epithelgewebes übergehen sollen, und dass dies geschehen kann lässt sich nach dem was wir oben in der Einleitung zu dieser Arbeit angeführt haben nicht im geringsten bezweifeln[1], so kann dies nur zwischen den mosaikartig mit einander sich anlegenden Partieen der sogenannten « Basalmembran » geschehen. Es sind zwar diese Partieen wie wir sagten unten mit einander verschmolzen, doch es müssen da allem Anscheine nach trotzdem stellenweise Lücken übrig bleiben, durch welche die Flüssigkeiten sowie die Leucocyten aus dem einen Gewebe in das andere eindringen können.

In der Literatur befindet sich[2], soviel uns bekannt ist, nur ein einziger Fall verzeichnet, der sich mit dem von uns hier angeführten vergleichen lässt. Auch in diesem handelt es sich um das, diesmal embryonale, Epithel eines Wirbeltieres das mit, seine ganzen Dicke durchsetzenden und nach aussen frei ausmündenden, Kanälchen (Kaminen) versehen ist. Die betreffende Beobachtung stammt von den Gebrüdern Sarrasin welche darüber in ihrer

---

1. Vergleiche die Resultate der von verschiedenen Autoren an verschiedenen Objekten ausgeführten Injektionsversuche.

2. Wenn wir nicht auf die Verhältnisse bei Evertebraten eingehen wollen!

Monographie über Ichthyophis (1887) Bericht geben. Während wir in unserem Falle mit einem auffallend dicken vielschichtigem Epithel eines erwachsenen Tieres zu thun hatten, war in dem gerade erwähntem Falle die embryonale Epidermis nur aus wenigen Zellschichten zusammengesetzt.

Was sich bei Ichthyophis besonders gut beobachten liess, war die Verbindung der Kamine mit den Lücken des subepithelialen Bindegewebes. Die Sarrasin's reden zwar von einer Ausmündung der Kamine in Kapillaren, doch es lässt sich nicht bezweifeln, dass sie eher als solche die Lymphwege vor sich gehabt haben. Da dieser Fall auch sonst sehr interessant ist, lassen wir da einen Auszug aus der Schilderung die darüber die Gebrüder Sarrasin geben folgen : « Die Zellen der Epidermis sind durch Interzellularspalten von einander getrennt, welche zusammen einen gemeinsamen Interzellularraum darstellen, durch Interzellularbrücken aber sind sie unter einander verbunden. Einzelne Stellen des Interzellularraumes sind weiter als die anderen ; so ist dies beispielsweise da der Fall, wo je drei oder vier Zellen mit ihren Winkeln zusammenstossen ; es bilden sich dort kanalartige Räume inmitten des sonst sehr engen Interzellularsystems. Diese sind gewissermassen Sammelröhrchen der in den Interzellularräumen befindlichen Flüssigkeit. Sie münden zwischen den Zellen der obersten, oder um Carrier's Ausdruck zu acceptiren, der Cuticularlage nach aussen ». Die Oeffnungen, mit denen die Interzellularlücken nach aussen münden werden weiter die « Kamine des Interzellularsystems » genannt. Nun fanden wir jedoch des weiteren, dass die erwähnten Sammelröhrchen des Interzellularsystems an der Basis der Epidermis öfters rechtwinkelig sich umbogen, um nun zu grösseren Kanälchen sich zu vereinigen. Diese letzteren dringen durch die derbe Bindesubstanzschicht und öffnen sich in eine Kapillare des Blutgefässsystems. So erfahren wir denn, dass von den Blutkapillaren nach der Epidermis kleine Röhrchen abgehen, welche trichterförmig von der Kapillarwand sich abheben und die derbe subepidermale Bindesubstanzlage durcheilen. Wir wollen sie die Kommunikationsröhrchen nennen. An der Epidermis angekommen verzweigen sie sich in feine Aestchen, welche ihre direkte Fortsetzung in den oben erwähnten Sammelröhrchen finden. Das Lumen dieser letzteren steht wiederum mit den Interzellularspalten in direkter Kommunikation und mündet durch die Kamine nach aussen. » (*Loc. cit.* p. 66).

Wie man aus dieser Beschreibung ersehen kann, ist die Uebereinstimmung zwischen den von den Sarrasin's bei Ichthyophis gefundenen Kaminen und denen von Chimæra sehr auffallend ; es lässt sich nicht bezweifeln, dass es sich da eigentlich um ein und dasselbe handelt. Eine andere Frage ist natürlich die, ob wir in solchen Fällen wie die hier erwähnten nur Ausnahmen sehen sollen, oder ob auch in anderen Epithelien die Interzellularlücken, wenn auch nicht durch Vermittelung spezieller Kamine und vielleicht nur durch einfache « Poren », mit der Aussenwelt im Zusammenhange stehen. Uns selbst war es an den zum Vergleiche beigezogenen Epidermis des Petromyzon

und der Amphibien nicht möglich, von den « Kaminen » nicht gesprochen, solche « Poren » zu finden ; trotzdem scheint es uns nicht ausgeschlossen zu sein, dass da doch solche vorhanden sein können und dass sie zu ihrer Auffindung nur einer besonderen Methodik gebrauchen würden. Noch eine Frage bleibt da und zwar eine sehr wichtige : welche Bedeutung können die Ausmündungen der interzellularen Lückensysteme nach aussen haben ? Auf diese Frage ist es uns auf Grundlage des von uns untersuchten Materiales nicht möglich eine befriedigende Antwort zu geben.

Neuhaus in Böhmen, Ende August 1902.

LITTERATUR

1. ARNOLD (1885), Ueber die Kittsubstanz der Epithelien (*Virchow's Archiv,* Bd 64).
2. BIZZOZERO (1871), Sulla struttura degli epiteli pavimentosi stratificati (*Rendiconti del reale Istituto Lombardo.* Ser. II, vol. 2 (*Referat in Centralblatt f. med. Wissensch.* 1871).
3. COHN (1894), Ueber Interzellularlücken und Kittsubstanz (*Anat. Hefte,* Bd V).
4. FLEMMING (1896), Ueber Intercellularlücken des Epithels und ihren Inhalt (*Anat. Hefte,* Bd VI).
5. FOA (1900), Ueber die feinere Structur der geschichteten Pflasterepithelien (*Archiv. f. mikr. Anat.,* Bd 55).
6. HENLE (1887), Das plasmatische Canalsystem des Stratum mucosum (*Nachr. d. Kg. Ges. d. Wissensch. in Göttingen*).
7. KEY u. RETZIUS (1881), Zur Kenntniss der Saftbahnen in der Haut des Menschen (*Biolog. Untersuchungen v. Retzius,* 1881).
8. KOLOSSOW (1893), Structur des Endothels der Pleuroperitonealhöhle (*Archiv f. mikr. Anat.,* Bd 42).
9. LEYDIG (1876), Ueber die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien (*Archiv f. mikr. Anat.,* Bd 12).
10. MAURER (1895), *Die Epidermis und ihre Abkömmlinge.* Leipzig, Engelmann.
11. MITROPHANOW (1884), Ueber die Interzellularlücken und Interzellularbrücken im Epithel (*Zeitschr. f. wiss. Zool.,* Bd 41).
12. NALEPA (1883), Die Interzellularräume des Epithels u. s. w. (*Sitzb. d. Akad. Wien, math.-nat. Cl.,* Bd 88).
13. PAULICKI (1884), Ueber die Haut des Axolotels (*Arch. f. m. Anat.,* Bd 24).
14. PFITZNER (1880), Die Epidermis der Amphibien (*Morphol. Jahrbuch,* Bd 6).
15. RECKLINGSHAUSEN (1863), Zur Geschichte der Versilberungsmethode (*Virchow's Archiv,* Bd 28).
16. RENAUT (1897), *Traité d'histologie pratique.* Paris, Rueff et Cie, t. II, fasc. 1.
17. SARASIN (P. u. F.) [1887], Zur Entwickelungsgeschichte und Anatomie der ceylonesischen Blindwühle (*Ergebnisse wiss. Forschungen auf Ceylon,* Bd II, Wiesbaden).
18. SCHULTZE (MAX) [1864], Die Stachel und Riffzellen der tieferen Schichten der Epidermis u. s. w. (*Virchow's Archiv,* Bd 30).
19. SCHULZE (F. E.) [1896], Ueber die Verbindung von Epithelzellen unter einander (*Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss.* in Berlin, 1896).
20. STUDNICKA (1898), Ueber die interzellularen Verbindungen u. s. w. (*Sitzungsber. d. kg. Ges. d. Wiss.* in Prag., 1898).
21. THOMA (1875), Ueber die Kittsubstanz der Epithelien (*Virchow's Archiv,* Bd 64).

SUR LE
NEBENKERN DES SPERMATOCYTES D'*HELIX POMATIA*

Par P. ANCEL

CHEF DE LABORATOIRE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

NOTE PRÉLIMINAIRE

(*Travail du Laboratoire d'anatomie.*)

Durant ces vingt dernières années, des opinions fort diverses ont été émises sur l'origine du Nebenkern des cellules mâles d'*Helix pomatia*. Platner soutint tout d'abord que le Nebenkern tirait son origine du noyau, puis, abandonnant cette manière de voir, affirma qu'il naissait aux dépens de la portion équatoriale du fuseau. Prenant dit ne pas avoir réussi à reproduire les figures de Platner et ne pas partager l'avis de cet auteur au sujet de l'origine du Nebenkern. Dans le cytoplasme des spermatogonies, Prenant trouve « des lignes courbes et onduleuses » que l'auteur rapproche des filaments décrits par De La Valette Saint-Georges dans les spermatogonies de la Blatte et de la Forficule. Ces filaments ou travées protoplasmiques différenciées donneraient naissance à des bâtonnets tortueux épaissis (Nebenkerne rudimentaires) qui se souderaient les uns aux autres pour constituer le Nebenkern définitif.

Pour Bolles Lee, les opinions des deux auteurs précédents sont erronées. Le Nebenkern ne se forme pas aux dépens du noyau, Platner lui-même en convient. Le Nebenkern ne se forme pas non plus aux dépens de la portion équatoriale du fuseau. Bolles Lee démontre, en effet, que cette partie du fuseau subit, à la fin de la mitose, « une dégénérescence pâteuse, granuleuse, qui la convertit en un pont intercellulaire unissant les deux cellules-filles ». Enfin les filaments cytoplasmiques ne donnent pas non plus naissance au Nebenkern; on le trouve dans tous les spermatocytes au repos et, de plus, il apparaît toujours bien développé et jamais à l'état rudimentaire. C'est de la portion polaire du fuseau que le Nebenkern tire son origine.

L'auteur fonde son opinion sur certaines ressemblances qui existent entre les filaments du fuseau et le Nebenkern. Toute sa démonstration part de l'affirmation suivante : « Nous avons la certitude, et, je le répète, c'est une certitude, que le Nebenkern ne se forme pas dans le cytoplasme, il faut bien qu'il provienne du noyau. »

Le Nebenkern est formé par un « paquet de bâtonnets ou courts filaments réfringents enrobés dans une gangue commune de substance homogène, parfaitement hyaline et sans forme propre ; c'est-à-dire qu'il a la composition

d'un fuseau s'il n'en a pas la forme ». Le cône fusorial « au moment de son engloutissement dans le noyau en reconstruction » présente une forme en « mamelon très déprimé » ; cette forme, on la retrouve dans le Nebenkern « quoique masquée et difficile à voir ».

Le cône fusorial est incorporé dans le noyau en reconstruction; « il est infiniment probable qu'il sort de cette position pour devenir un Nebenkern ». L'auteur n'a cependant pas pu observer ce passage du cône fusorial du noyau dans le cytoplasme, et, par conséquent, pas la formation du Nebenkern aux dépens de ce cône.

L'exposé de ces quelques faits n'était pas précisément de nature à faire passer dans l'esprit du lecteur la certitude que l'auteur possède sur l'origine du Nebenkern. Dans un travail paru il y a quelques mois, Bolles Lee revient sur cette question. L'auteur n'a pas encore vu sortir du noyau la portion polaire du fuseau pour constituer le Nebenkern, mais il a suivi la formation de ce dernier dans les spermatocytes de deuxième ordre et dans les spermatides. Ses conclusions, en ce qui concerne l'origine du Nebenkern, seraient applicables aux spermatogonies et aux auxocytes.

Voici les faits nouveaux apportés par Bolles Lee. Le premier indice de la régression du fuseau se manifeste par l'apparition des *anneaux polaires* constitués par sept ou huit petits grains qui entourent l'*acrosome* et se continuent avec les rayons fusoriaux. Ces anneaux disparaissent rapidement. « A l'anaphase, on voit les rayons fusoriaux très raccourcis, tassés étroitement en un cône tronqué, et s'insérant sur l'anneau polaire, d'une part, et sur les chromosomes, de l'autre. La couronne polaire est, à ce moment, très rapprochée du pôle. A la fin de l'anaphase, c'est-à-dire à l'entrée de la télophase, elle s'en éloigne. Il semble que cet éloignement exerce une traction sur les rayons fusoriaux qui les étire à leurs bases en filaments excessivement ténus et qui, finalement, les y brise. »

Les rayons libérés de leurs connexions avec l'anneau polaire, d'une part, et les chromosomes, de l'autre, perdent « de leur netteté de contour et de leur réfringence ». Ils pâlissent, se boursouflent et s'agglomèrent en une « masse informe et pâteuse » qui constitue le Nebenkern. L'auteur ajoute : « j'ai pu suivre les rayons fusoriaux à travers toutes leurs transformations sans lacune quelconque ; et je puis affirmer que le Nebenkern provient du fuseau avec autant de certitude que l'on peut affirmer qu'un chêne provient d'un gland. »

De notre côté, nous avons fait les observations suivantes.

La laque ferrique d'hématoxyline, après fixation au formol picrique, ou mieux au sublimé (solution saturée sans acide acétique), met en évidence, dans les cellules mâles et, en particulier, dans les spermatocytes de premier ordre, des filaments cytoplasmiques excessivement nets dont on peut facilement suivre l'évolution.

1° Dans certains spermatocytes de premier ordre au repos, au début de la période d'accroissement, on aperçoit des filaments grêles et courts, disséminés dans tout le cytoplasme et très fortement colorés en noir. Ceux qui sont situés dans la partie pédiculée de l'élément s'orientent parallèlement au grand axe de la cellule ; les autres sont disposés parallèlement à la membrane nucléaire. Il n'est pas possible, à cette époque, de mettre en évidence le Nebenkern, pas plus que la portion polaire du fuseau.

2° Ses filaments disparaissent ensuite dans la partie tout à fait supérieure de la cellule, c'est-à-dire dans celle qui est opposée au pied et loge le noyau. Au-dessous de ce dernier se trouve aussi une petite zone dans laquelle les filaments ne persistent pas et où ils sont remplacés par des bâtonnets courts ne prenant plus l'hématoxyline ferrique et colorables par la rubin S ou la méthyléosine. Un peu plus longs que les filaments noirs, ces bâtonnets sont aussi plus épais; leur ensemble constitue le Nebenkern.

3° Les filaments cytoplasmiques situés entre le noyau et le Nebenkern disparaissent ensuite, ainsi que ceux qui avoisinent la membrane cellulaire. L'ensemble des filaments qui persistent constitue un large croissant ouvert en haut et embrassant dans sa concavité le Nebenkern et, au-dessus de lui, le noyau.

4° La partie moyenne du croissant s'efface à son tour; les filaments cytoplasmiques qui n'ont pas encore disparu sont alors disposés suivant deux bandes latérales. Le Nebenkern est devenu beaucoup plus volumineux; les bâtonnets qui le constituent ont augmenté de taille et de nombre.

5° Les filaments noirs ont complètement disparu; le Nebenkern est toujours très volumineux et, à la place des deux bandes latérales, on trouve, de distance en distance, des bâtonnets colorables par les mêmes réactifs que ceux qui mettent en évidence le Nebenkern.

6° Le Nebenkern se fragmente puis disparaît ainsi que les bâtonnets des bandes latérales.

L'examen à frais, après coloration au bleu de méthylène, ne permet de retrouver ni les filaments cytoplasmiques ni le Nebenkern, en revanche il fait connaître des aspects nouveaux décrits en partie déjà par Bolles Lee. Au-dessous du noyau des spermatocytes I, dans la zone qui renferme le Nebenkern, on peut observer des formations différentes suivant les éléments examinés. Ce sont, suivant le cas, des grains, des filaments fournis par des séries de grains, ou des bâtonnets; tous ces corps sont teintés en bleu, souvent entourés d'une petite zone parfaitement blanche et situés dans un champ cytoplasmique plus coloré que les autres parties du cytoplasme. Dans la majorité des spermatocytes I ces grains, filaments et bâtonnets n'existent pas, on y voit des globules parfois très volumineux, colorés en rouge par le bleu de méthylène et toujours situés au-dessous du noyau. On retrouve facilement les bandes latérales qui sont marquées par des traînées bleues plus colorées que le cytoplasme environnant. Enfin dans quelques spermatocytes toutes ces

formations sont remplacées par de petites sphères incolores ou faiblement teintées en bleu, et qui sont disséminées dans tout le cytoplasme.

De ces observations retenons les faits suivants : Quand le Nebenkern est bien développé, les filaments cytoplasmiques sont peu nombreux et, en outre, possèdent toujours dans la cellule la même situation (croissant ou bande latérale). Au contraire, quand le Nebenkern est petit, formé seulement par quelques bâtonnets, les filaments cytoplasmiques sont très nombreux et remplissent toute la cellule. Enfin, il y a des éléments qui ne renferment pas de Nebenkern ; leur cytoplasme est bourré de filaments colorables par la laque ferrique d'hématoxyline.

Il semble donc que les filaments cytoplasmiques, quelque temps après leur apparition, perdent leur chromaticité, puis se fusionnent les uns avec les autres pour constituer le Nebenkern, en en exceptant cependant ceux qui subissent les derniers ces différentes transformations, c'est-à-dire ceux qui forment les deux bandes latérales. Nous avons vu, en effet, qu'ils gardent leur situation tout en donnant naissance à des bâtonnets analogues à ceux du Nebenkern. Toutes ces formations dégénèrent et disparaissent.

Nous voilà loin de la manière de voir de Bolles Lee. Nous n'avons pas retrouvé, après cet auteur, les phénomènes de régression de la partie polaire du fuseau qui aboutissent à la formation du Nebenkern. D'autre part, le balancement très net et très facile à constater qui existe entre le développement des filaments cytoplasmiques et celui du Nebenkern ne nous semble pas dû à une simple coïncidence. Enfin, si le Nebenkern provient de la portion polaire du fuseau, nous ne comprenons pas que nous puissions rencontrer des cellules mâles sans Nebenkern et sans fuseau. On en trouve cependant et, fait aggravant, elles possèdent toujours un cytoplasme très riche en filaments différenciés et colorables par l'hématoxyline ferrique. Il est cependant assez difficile de rencontrer un spermatocyte de premier ordre sans Nebenkern. Ce fait, loin de nous étonner, cadre parfaitement avec l'idée que nous nous faisons du Nebenkern, ainsi qu'on va le voir.

En étudiant l'ovocyte pendant sa période d'accroissement, nous avons constaté qu'au début de cette période des filaments cytoplasmiques colorables en violet par la méthode de Flemming apparaissent dans le cytoplasme. Ces filaments, d'abord disséminés, se groupent aux deux pôles ou dans une zone étendue à la périphérie de la cellule ; puis ils disparaissent complètement. Pendant que s'opère cette disparition, certains corps se laissent déceler dans un champ protoplasmique dont la structure granuleuse diffère de la structure des autres régions du cytoplasme. Ce champ est habituellement situé entre le noyau et la partie de la membrane cellulaire appuyée contre la paroi du tube glandulaire. Les corps qu'on y rencontre se colorent très fortement par l'hématoxyline ferrique ou la safranine ; ce sont de courts filaments ou des bâtonnets de dimensions assez irrégulières. Peu à peu, ces corps intra-

cytoplasmiques perdent leur colorabilité spéciale et ne prennent plus que les colorants du cytoplasme. Ils se raccourcissent, se fusionnent les uns avec les autres et donnent naissance à de petites sphères qui émigrent dans tout le cytoplasme. Ces sphères finissent elles-mêmes par disparaître vers la fin de la période d'accroissement de l'ovocyte.

Il existe, en somme, une grande analogie entre ces formations intracytoplasmiques du spermatocyte et de l'ovocyte. Elles passent par les stades suivants : filaments cytoplasmiques colorables par les réactifs basiques, bâtonnets présentant les mêmes réactions colorantes que les filaments, bâtonnets ayant perdu leur colorabilité spéciale, fragments disséminés dans tout le cytoplasme ; cette dernière phase étant suivie d'une disparition complète.

La connaissance de l'évolution de ces formations intracytoplasmiques nous explique la présence presque constante du Nebenkern dans les spermatocytes de premier ordre. En effet, chez *Helix pomatia,* les spermatocytes I ne sont reconnaissables qu'à leur taille qui, seule, les différencie des spermatogonies. Une spermatogonie qui ne se divisera plus et qui commence à augmenter de volume est déjà un spermatocyte, mais bien difficile à distinguer des spermatogonies ; aussi est-il presque impossible, quand on voit un tel élément dans le champ du microscope, d'affirmer qu'on n'a pas affaire à une spermatogonie. Quand on est sûr d'avoir sous les yeux un spermatocyte de premier ordre, la période d'accroissement est déjà commencée depuis un certain temps et, comme pour l'ovocyte, les filaments intracytoplasmiques commencent déjà à perdre leur colorabilité spéciale ; le Nebenkern est apparu. Pourtant, dans certains cas, ces filaments persistent plus longtemps et l'on peut trouver des spermatocytes facilement reconnaissables à leur volume et complètement dépourvus de Nebenkern ; de tels éléments sont bourrés de filaments cytoplasmiques colorables par la laque ferrique d'hématoxyline.

Différents auteurs ont déjà signalé des corps intracytoplasmiques dont l'évolution est tout à fait semblable à celles des formations que nous venons de décrire dans l'ovocyte et dans le spermatocyte d'*Helix pomatia.*

M. et P. Bouin, dans le cytoplasme de la cellule mère du sac embryonnaire de plusieurs Liliacées, décrivent des fibrilles colorables par les teintures basiques et disséminées sans ordre dans la cellule. Ces fibrilles se groupent en des points spéciaux, se fusionnent et forment des taches colorables par la laque ferrique d'hématoxyline. Les taches, d'abord filamenteuses, deviennent homogènes ; puis, elles perdent leur colorabilité spéciale, se fragmentent, se dispersent dans tout le cytoplasme et disparaissent.

Dans l'oocyte en voie d'accroissement d'*Asterina gibbosa,* les mêmes auteurs retrouvent les mêmes faits.

M. et P. Bouin décrivent encore dans les spermatocytes de *Lithobius forficatus* des formations absolument semblables aux précédentes et évoluant d'une façon identique. Cette année même, Van der Stricht a fait connaître

des *boyaux vitellogènes* dans l'oocyte de *Vespertilio noctula*, boyaux vitellogènes dont l'évolution est la même que celle des formations étudiées par M. et P. Bouin.

Nos observations se rapprochent étrangement de celles des auteurs qui précèdent ; elles nous amènent tout naturellement à conclure :

*Le Nebenkern des spermatocytes d'*Helix pomatia *ne représente qu'une phase de l'évolution des formations intracytoplasmiques*[1] et nous nous retrouvons d'accord avec Bolles Lee quand cet auteur affirme que le Nebenkern est un corps en dégénérescence. Nous n'allons cependant pas aussi loin que Bolles Lee dans cet ordre d'idées. « Le Nebenkern, dit cet auteur, est voué à la désintégration définitive ; c'est un résidu sans fonction de ce qui avait autrefois fonctionné, un *caput mortuum*, indigeste et inutile. » Ce fait est possible, bien que, dans certains cas, les formations intracytoplasmiques, arrivées à un stade correspondant au Nebenkern semblent bel et bien dirigées et utilisées de cette façon par la cellule qui les renferme, témoin l'observation de Van der Stricht chez *Vespertilio noctula*.

Il est presque inutile d'ajouter que nous n'avons jamais observé les phénomènes décrits par les auteurs qui voient dans le Nebenkern des cellules mâles d'*Helix pomatia* un corps qui sert à former le filament axile du spermatozoïde (Platner), qui persiste pendant la mitose et se divise pour passer dans les cellules-filles (Platner), un corps utilisé pour la formation des asters de la figure achromatique (Zimmermann, Murray) ou qui ne serait qu'une sphère attractive transformée (von Korff).

AUTEURS CITÉS

1. A. Bolles Lee, La régression du fuseau caryocinétique (*La Cellule*, t. XI, fig. 1, 1895).

— Sur le Nebenkern et sur la formation du fuseau dans les spermatocytes des Helix (*La Cellule*, t. XI, fasc. 2, 1896).

— Nouvelles recherches sur le Nebenkern et la régression du fuseau caryocinétique (*La Cellule*, t. XX, fasc. 1, 1902).

---

1. Ce que nous avons dit de l'évolution des filaments cytoplasmiques ne nous permet pas d'admettre l'opinion suivante formulée par Bolles Lee : « Certains auteurs, Prenant entre autres, pensaient que le Nebenkern peut résulter de la condensation de certains granules ou cytomicrosomes spéciaux qui se trouvent dans le cytoplasme. Je connais très bien ces granules et je puis assurer qu'ils ne servent pas à former le Nebenkern, car on les voit en masse à côté de lui. Je pense plutôt qu'ils peuvent *provenir*, en partie du moins, de la dégénérescence du Nebenkern. »

Les grains et filaments cytoplasmiques disparaissent toujours avant le Nebenkern, ils sont colorables par l'hématoxyline ferrique, le Nebenkern et ses produits de fragmentation ne possèdent jamais cette colorabilité spéciale.

2. Bouin (M. et P.), Sur la présence des formations ergastoplasmiques dans l'oocyte d'*Asterina gibbosa* Farl. (*Bibliographie anatomique,* n° 2, 1898).

— Sur le développement de la cellule mère du sac embryonnaire des Liliacées et en particulier sur l'évolution des formations ergastoplasmiques (*Arch. anat. microsc.,* t. II, 5. 4, 1899).

— Sur la présence et l'évolution des formations ergastoplasmiques dans les cellules séminales de *Lithobius forficatus* (Lin.) [*Bibliogr. anatom.,* n° 3, 1899].

3. Korff (von), Zur Histogenese der Spermien von *Helix pomatia* (*Arch. f. mikr. Anat.,* Bd VII, 1898).

4. Murray (J.), Nebenkern in Spermatogenesis of Pulmonata. Helix and Arion (*Zool. Jahrb. Morphol.* Bd 11, 1898).

5. Platner, Ueber die Spermatogenese bei der Pulmonaten (*Arch. f. mikr. Anat.,* Bd 25, 1885).

— Ueber die Entstehung des Nebenkerns und seine Beziehung zur Kerntheilung (*Arch. f. mikr. Anat.,* Bd 26, 1886).

— Zur Bildung der Geschlechtsproducte bei den Pulmonaten (*Arch. f. mikr. Anat.,* Bd 26, 1886).

— Samenbildung und Zellteilung bei *Paludina vivipara* und *Helix pomatia* (*Arch. f. mikr. Anat.,* Bd 33, 1889).

6. Prenant, Observations cytologiques sur les éléments séminaux des Gastéropodes pulmonés (*La Cellule,* t. IV, fasc. 1, 1888).

7. Van der Stricht, Les chondromites ou pseudochromosomes dans l'oocyte de chauve-souris (*Comptes rendus de l'Association des anatomistes,* Congrès de Montpellier, 1902).

8. Zimmermann, Ueber der Kernteilungsmodus bei der Spermatogenese von *Helix pomatia* (*Verh. der Anat. Gesellschaft,* 1891).

INSTITUT PSYCHIATRIQUE ET NEUROPATHOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE NAPLES
Dirigé par M. le professeur L. BIANCHI

LE DÉVELOPPEMENT DE LA CELLULE NERVEUSE

DANS LA MOELLE ÉPINIÈRE DU POULET

RECHERCHES

Par M. le docteur O. FRAGNITO
ASSISTANT

(*Avec trois planches.*)

Deux années de recherches ininterrompues sur la moelle épinière du Poulet dans toutes les phases de son développement, me mettent à même de confirmer l'idée qu'à la constitution complexe de la cellule nerveuse prennent part un nombre plus ou moins grand de *neuroblastes* se réunissant en une masse commune ; idée que je formulais avec beaucoup de précision de termes au Congrès phréniatrique de Naples[1] en 1899 et que je défendis contre les objections de M. Lugaro dans le dernier Congrès phréniatrique d'Ancône. Le scepticisme avec lequel M. Lugaro accueillit le résultat de mes recherches se fonde sur une raison très sérieuse, qui d'ailleurs a exercé sur mon esprit même une longue influence inhibitoire, c'est-à-dire sur l'invraisemblance qu'une constatation si importante (et pour ma part j'ajoute, si banale) puisse avoir échappé à la sagacité des illustres observateurs qui m'ont précédé dans l'étude de l'histogénèse du système nerveux, bien qu'ils aient employé dans leurs recherches ces mêmes méthodes que j'ai suivies ensuite dans les miennes.

Cette dernière affirmation n'est pourtant qu'en partie exacte, puisque s'il est vrai que j'ai employé des méthodes nouvelles, j'ai été certainement plus éclectique que mes prédécesseurs dans l'application des vieilles méthodes, et surtout, à la différence de la plupart des histologistes, j'ai pris garde de tirer des conclusions non contrôlées des imprégnations chromo-argentiques, qui sont si utiles pour rendre l'image complexe de l'élément adulte avec ses nombreux appareils, et, même après les dernières modifications de Golgi et de Veratti, dans son intime structure, mais qui sont en même temps si peu appropriées pour saisir toutes les phases du travail de formation des éléments en évolution. Cajal, qui n'a presque jamais employé d'autres mé-

1. *Atti del X Congresso della Società freniatrica italiana* tenuto in Napoli dal 10 al 11 ottobre 1899, pages 148 et 161.

thodes, pas toujours, je pense, a réussi à différencier avec sûreté dans les jeunes embryons de poulet les cellules *épendymaires*, avec leurs prolongements, des cellules nerveuses en évolution. Maintes cellules qu'il décrit chez les embryons de quatre jours comme des cellules commissurales, ne sont, selon moi, que des cellules *épendymaires*, avec leur prolongement central qu'on ne peut pas toujours suivre dans le plan de section jusqu'au bord du canal de l'*épendyme* et avec leur prolongement périphérique qui se perd dans le *neurosponge* à la constitution duquel il concourt [1].

Mais est-il tout à fait vrai que dans les recherches antérieures il ne se trouve pas de traces, sinon des conclusions auxquelles j'ai abouti, du moins des faits sur lesquels elles sont fondées ? Je n'oserais pas l'affirmer. Les travaux de Eichhorst [2], de Hensen [3], de Müller [4], et de quelques autres devraient être étudiées à nouveau sous ce nouveau point de vue, car ils renferment bien des faits qui ne trouvent pas une explication convenable dans la doctrine de His [5] laquelle par la clarté suggestive des idées, simples, schématiques, et à l'aide des observations de Cajal et de Lenhossek, a tracé le chemin à presque tous les investigateurs depuis une dizaine d'années jusqu'à ce jour, laissant dans l'ombre bien des recherches de l'époque antérieure, toutes appréciables qu'elles étaient.

Or, dès que l'on est moins exclusif dans l'usage des méthodes histologiques et que l'on s'acharne moins à juger seulement d'après des méthodes spécifiques des éléments non encore spécifiés, les faits nouveaux commencent à surgir : Outre mes recherches, celles de Bombicci, de Capobianco, de Colucci et Piccinino, de Sibelius et de Smirnoff, offrent une riche moisson de faits qui ne demandent qu'à être coordonnés et interprétés. Et cette interprétation, relativement sûre, ne peut ressortir que d'un examen minutieux de séries embryologiques complètes, qu'il n'est pas aisé d'avoir chez les Mammifères, dont His s'est presque exclusivement servi, mais que l'on obtient aisément avec des œufs de Poulet ou de Sélaciens.

---

1. S. R. Cajal. A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moelle épinière du Poulet? (*Anatomischer Anzeiger*, 5[tes] Jahr, pages 609 et 631.) Voir dans la figure 1 les cellules indiquées par les lettres D et E et expliquées par les mots suivants : « Neuroblastes piriformes dont le cylindre se termine au niveau de la commissure antérieure par un cône de croissance ».

2. Eichhorst. Ueber die Entwicklung des menschlichen Rückenmarkes und seiner Formelemente (*Virchow's Archiv*, 1875, page 425).

3. Hensen. Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens (*Zeitschrift für Anatomie und Entwicklung*, 1876, Bd II, page 387).

4. E. Müller. Untersuchungen über den Bau der Spinalganglien (*Nordiskt Mediciniskt Arkiv*, Band XXIII, 1891).

5. W. His. Histogenese und Zusammenhang der Nervenelemente (*Archiv für Anatomie und Physiologie*. Supplement, 1890).

La grande importance qu'il y a à ce que la série embryologique ne soit pas interrompue, résulte évidemment du fait suivant. Si, dans le développement de la moelle épinière du Poulet, on fait abstraction des phases comprises entre le commencement de la septième et la fin de la neuvième journée d'incubation, la partie la plus importante du travail de groupement des neuroblastes, de la formation de colonies cellulaires et de leur transformation en cellules nerveuses échappe à l'observateur. Et celui-ci, d'après la comparaison des éléments nerveux tels qu'ils se présentent aux deux bouts de cette période d'évolution, ignorant les étapes intermédiaires, en viendra à la conclusion qu'un simple neuroblaste s'est changé en cellule nerveuse, en poussant des prolongements aux dépens de son propre protoplasma. Mais c'est de la description détaillée que je me propose de faire de mes observations que la démonstration de ce fait apparaîtra tout à fait claire.

Je commence par décrire la moelle épinière de Poulet telle qu'elle se présente au troisième jour d'incubation. Je passe sous silence les stades antérieurs qui pourraient éclairer la question, déjà si débattue, de savoir si dans la plaque médullaire se trouvent primitivement deux types distincts de cellules : cellules épithéliales et cellules germinatives, ou bien si celles-ci dérivent de celles-là ou *vice versa :* question qui, pour le moment, ne m'intéresse guère et sur laquelle d'ailleurs j'ai déjà exprimé mon avis dans un autre travail[1]. Prenant maintenant comme point de départ le fait que dès les premiers stades de développement on peut observer deux types de cellules, chez les embryons de trois jours nous trouvons que les cellules épithéliales

---

1. F. Capobianco e O. Fragnito. Nuove ricerche su la genesi ed i rapporti mutui degli elementi nervosi e nevroglici (*Annali di Nevrologia,* 1898, fasc. 2 et 3). Sur cette question il est écrit à la page 99 : « Gli autori si sono sempre domandati onde mai derivino queste cellule (germinative) che sin dai primi stadii dello sviluppo si vedono intercalate alle cellule epiteliali, da cui si distinguono per la loro forma, ordinariamente rotonda, e pel nucleo presentante spesso un'attiva scissione indiretta. La questione peró è rimasta priva di soluzione fondata su fatti, cosa che non è certo molto agevole. Si hanno quindi vedute ipotetiche, e recenti autori (Valenza) hanno anche messo innanzi una trasformazione delle cellule epiteliali in cellule germinative. Noi peró non siamo proclivi ad accettare tale ipotesi, perché non ci pare che ci sia bisogno d'invocarla. Le cellule germinative appaiono sin dai primi stadii; fasi intermedie di tale trasformazione non si sono mai notate; sicché forse é più rispondente alla realtá il tenerle come qualche cosa di diverso. Le cellule germinative, se mal non ci apponiamo, potrebbero ben rappresentare elementi non ancora evoluti, non ancora differenziati, rimasti quasi nello stato primordiale in mezzo ad altri, che han giá compiuta la loro differenziazione, divenendo cellule epiteliali. Sar ebbero, in altri termini, delle cellule a differenziazione tardiva, forse anche in rapporto all'alta dignità funzionale degli elementi di cui rappresentano i precursori. Tale interpretazione non urta contro nessuna contraddizione di fatto : non contro l'epoca della loro comparsa, la quale è precoce; non contro i caratteri morfologici, che sono generalmente riconosciuti analoghi a quelli di elementi non definiti, sopra tutto per il nucleo, la cui indifferenziazione costituisce anzi uno dei caratteri peculiari. »

ont déjà perdu leur structure typique, et se sont transformées en ce tissu filamenteux et lamellaire que His [1] appelle *neurospongium*, et qui est la première trame de soutien des centres nerveux. Cette trame filamenteuse et réticulaire, très évidente dans la partie périphérique de la coupe de la moelle (*pl. I, fig. 1* et *pl. III, fig. 20*), devient moins claire à mesure qu'elle approche des bords du canal de l'épendyme, région où le grand entassement des éléments spécifiques, dérivés de la prolifération active des cellules germinatives, en cache en quelque sorte la présence.

A mesure que le neurosponge s'accroît, les filaments qui le constituent deviennent plus subtils, les connexions se multiplient, les mailles deviennent plus régulières, comme on peut aisément le voir en comparant les figures 20 et 21 qui représentent respectivement des coupes de moelle épinière au troisième et au quatrième jour d'incubation.

Or, il n'est pas facile d'établir si à la constitution du neurosponge prennent part seulement les prolongements périphériques des spongioblastes dérivés de la transformation des cellules épithéliales ou bien si d'autres éléments y concourent aussi. Un fait très significatif (*pl. I, fig. 5, a*) me fait pencher vers l'hypothèse que quelques neuroblastes, et peut-être aussi quelques éléments d'immigration mésodermique, finissent par se résoudre dans les filaments du tissu de soutien. Mais je n'insiste pas sur ce point. Ce qui est important pour ma thèse c'est de relever que lorsque les cellules nerveuses sont encore à l'état de noyau presque dépourvu de protoplasma, le neurosponge a déjà atteint son développement complet et qu'il est déjà sillonné par des vaisseaux sanguins et lymphatiques.

C'est dans cette trame spongioblastique que les neuroblastes se trouvent plongés, lorsque des bords du canal central, où ils se forment par suite de la prolifération des cellules germinatives, ils émigrent vers la périphérie. Chez les embryons de trois jours, les neuroblastes ne sont que de simples éléments presque ronds ou ovoïdes avec un épais réticule chromatique et un contour bien marqué : structure, à ce que l'on voit, parfaitement nucléaire [2]. Quelques-uns montrent un fin liseré de protoplasma appliqué intimement sur leur paroi.

Cette forme de neuroblastes et cette structure se conservent presque inaltérées jusqu'au commencement du septième jour d'incubation. En comparant les trois figures 20, 21 et 22 de la planche III, qui reproduisent respectivement des coupes de moelle d'embryons de trois, quatre et six jours, on peut remarquer que les neuroblastes au dernier des stades susdits ont

1. *Loc. cit.*

2. Le mot *neuroblaste,* dans le sens originel que lui attribua His, ne répond pas bien à la forme des éléments que j'ai décrits jusqu'ici. Mais je me sers de ce vocable pour indiquer d'une façon générique les éléments précurseurs des cellules nerveuses.

quelque peu grandi et sont un peu moins fortement colorés en comparaison de ce qu'ils étaient dans les stades antérieurs, mais qu'ils gardent la même forme et la même structure.

Une telle observation contraste avec ce que l'on admet en général à l'égard de l'époque où paraissent les premiers prolongements cellulaires dont la présence aurait été constatée par Ramon y Cajal[1] même chez des embryons de poulet de trois jours. L'examen soigneux de nombreuses préparations de la moelle épinière à la troisième et à la quatrième journée de son développement (*fig. 20* et *21*) m'a convaincu que les prolongements observés par Cajal ne sont que des filaments du neurosponge, que le chromate d'argent fait paraître en continuité avec les bords des neuroblastes, mais qui, au contraire, dans les préparations colorées par l'hématoxyline ou les couleurs d'aniline employées en simples solutions aqueuses et fixées ou non avec du molybdate, se montrent parfaitement indépendants d'eux. Sur ce point mes observations s'accordent parfaitement avec celles de Bombicci[2] qui, dans une étude sur le développement de la moelle épinière du poulet, a trouvé « que la cellule ganglionnaire commence à se présenter dans les premiers moments avec le seul noyau (ou neuroblaste) » et que « entre la sixième et la huitième journée s'ajoute une apposition graduelle mais irrégulière de substance protoplasmatique au neuroblaste même ». C'est à peu près dans ces mêmes termes que s'expriment aussi Colucci et Piccinino[3], du moins pour ce qui concerne les neuroblastes émigrés dans la corne antérieure.

En relatant mes premières recherches[4], j'affirmais explicitement que les neuroblastes étaient des noyaux absolument dépourvus de protoplasma et j'étais poussé à cette opinion non seulement par mon observation directe, mais encore par l'opinion analogue de Bombicci. Mais ensuite, rappelé à un nouvel examen de préparations histologiques par les importantes observations de Capobianco[5], j'ai pu voir que même des neuroblastes tout jeunes présentent un fin liseré de protoplasma que l'on ne peut observer qu'au moyen des grossissements les plus forts. C'est une observation qui n'est pas

1. *L. c.*

2. G. Bombicci. Sui caratteri morfologici della cellula nervosa durante lo sviluppo, Osservazioni eseguite sull' embrione di pollo (*Archivio per le scienze mediche,* vol. XXIII, n° 6, 1899).

3. C. Colucci e F. Piccinino. Su alcuni stadii di sviluppo delle cellule del midollo spinale umano (*Annali di Nevrologia,* anno XVIII, fasc. 2, 1900).

4. O. Fragnito. La cellula nervosa rappresenta un unità embriologica? (*Annali di Nevrologia,* anno XVII, fasc. 3, 1899).

5. F. Capobianco. Della prima genesi delle cellule nervose della midolla e dei gangli spinali (*Verhandl. der anat. Gesellschaft* auf d. vierzehnten Versammlung in Pavia, April 1900, p. 213).

facile; souvent même à l'aide des objectifs les plus puissants, on ne sait pas au juste s'il s'agit d'un véritable protoplasma ou bien d'un simple épaississement de la paroi du noyau. HENSEN [1] se trouva, bien avant nous, aux prises avec la même difficulté, et ne se sentit pas à même d'affirmer d'une manière positive l'existence du protoplasma autour des noyaux constituant les premières ébauches de la substance grise, tout en penchant à l'admettre pour des raisons théoriques.

La multiplication des cellules germinatives se manifeste le long des bords du canal central, comme il résulte des figures caryocinétiques que l'on y rencontre très souvent lorsqu'on se sert de méthodes propres à les révéler. De là les neuroblastes émigrent vers les régions périphériques pour rejoindre l'endroit de leur destination définitive. Ce mouvement migratoire est dirigé pendant les premières journées, jusqu'à la troisième, de dedans en dehors, presque radiairement du canal central vers la surface méningée de la moelle (*pl. I, fig. 1*). Plus tard, la direction change un peu: les neuroblastes se répandent de dedans en dehors et d'arrière en avant, comme s'ils étaient attirés vers le point où va se former la corne antérieure (*pl. I, fig. 2 et 3*). C'est ici que les éléments se groupent, et, tout en gardant pendant quelque temps la même forme à peu près ronde ou presque ovale, ils deviennent, comme je l'ai déjà noté, un peu plus gros et moins colorés. Tous cependant ne subissent pas cette modification, et plusieurs conservent leur apparence primitive.

Jusqu'à la fin de la sixième journée d'incubation les éléments groupés dans la corne antérieure sont très rapprochés, mais, sauf de rares exceptions, ils ne sont pas à proprement parler adossés les uns aux autres : ils sont toujours séparés par un espace que l'on peut aisément distinguer même au moyen de faibles grossissements. Cependant, au commencement de la septième journée les choses changent et dans la corne antérieure l'on n'observe plus d'éléments distincts, mais des groupes d'éléments amoncelés, des colonies cellulaires (*pl. I, fig. 4*). J'ai autrefois décrit la forme et la constitution de ces colonies. Je distinguais en deux catégories les éléments dont elles sont formées, en les désignant par les noms de *neuroblastes primaires* et *secondaires*. Dans chaque colonie on trouve beaucoup de neuroblastes secondaires, ceux-là mêmes qui, comme nous allons le voir, sont destinés à perdre leur individualité pour se transformer en les constituants du protoplasma cellulaire adulte; et il y a aussi un ou plusieurs neuroblastes primaires (les futurs noyaux adultes) selon que la colonie contient les germes d'une ou de plusieurs cellules nerveuses.

Un examen attentif de la figure 4 aidera le lecteur bien plus que toute description, si minutieuse qu'elle soit. Il y a des colonies avec un, deux neuroblastes primaires et même plus; il y en a même quelques-unes dont les

---

1. *L. c.*

éléments constitutifs sont disposés de manière à présenter grossièrement quelques types de cellules adultes.

Ce stade de développement est celui qui est tombé le plus fréquemment sous les yeux de ces auteurs qui n'ont pas fait de recherches embryologiques méthodiques, mais qui ont seulement eu l'occasion d'examiner quelque embryon humain isolément (SMIRNOW[1] et d'autres) ou bien qui ont pratiqué des recherches sur un matériel pathologique (SIBELIUS[2]). C'est par suite de la réserve qui s'impose lorsqu'on n'a pas en mains tous les éléments du jugement, qu'ils se sont bornés à signaler le fait sans prétendre l'interpréter. Il y a pourtant dans leurs écrits comme une tendance à admettre que ces colonies représentent des phases de multiplication cellulaire. Ce seraient des neuroblastes qui, ayant pris leur origine aux dépens d'une cellule-mère, resteraient encore unis pendant quelque temps, cimentés par cette substance que SMIRNOW appelle le *protoplasma maternel commun* et qui finiraient par se séparer définitivement. MÜLLER[3], qui a fait des recherches sur les ganglions intervertébraux du Lapin, est le principal représentant de cette tendance.

Contre l'admissibilité d'une pareille interprétation plaident plusieurs faits. D'abord les éléments cellulaires de la corne antérieure ainsi que, plus tard, ceux de la corne postérieure et des colonnes de Clarke, ne présentent jamais de figures caryocinétiques. Il est vrai que quelques auteurs ont hasardé l'hypothèse qu'il existe pour les cellules nerveuses dans la période post-neuroblastique un mode de multiplication différent de la caryocinèse et de la scission directe. Mais cette hypothèse, outre qu'elle n'a jamais reçu postérieurement la sanction de recherches autorisées, s'appuie sur des considérations d'une valeur très discutable plutôt que sur des faits. VIGNAL[4] l'avança, car n'ayant jamais surpris de figures caryocinétiques dans les couches périphériques de la moelle embryonnaire et l'émigration des cellules des couches périépendymaires vers les régions périphériques ne lui ayant pas paru vraisemblable, il ne savait s'expliquer autrement l'augmentation continuelle de nombre que, jusqu'à une certaine époque, les neuroblastes de la corne antérieure présentaient. VALENZA[5] reconnut que dans le lobe électrique de la

1. A. E. SMIRNOW. Einige Beobachtungen über den Bau der Spinalganglienzellen bei einem viermonatlichen menschlichen Embryo (*Archiv. f. mikrosk. Anatomie u. Entwickl.* 59. Bd, 1902, p. 459).

2. CHR. SIBELIUS. Zur Kenntniss der Entwicklungsstörungen der Spinalganglienzellen bei hereditär luetischen, missbildeten und anscheinend normalen Neugeborenen (*Deut. Zeitschrift. f. Nervenheilk.* 20. Bd, 1-2 Heft, S. 35).

3. E. MÜLLER. *L. c.*

4. W. VIGNAL. *Développement du système nerveux cérébro-spinal.* Paris, G. Masson, 1889, p. 69.

5. G. B. VALENZA. *Nuove ricerche sulla genesi degli elementi nervosi e nevroglici e sul loro reciproco rapporto.* Napoli, 1899.

torpille les neuroblastes continuaient à croître en nombre, tandis que l'on ne découvrait plus de traces de caryocinèse, et il décrivit comme une nouvelle forme de multiplication cellulaire le fait de deux noyaux réunis dans une masse commune de protoplasma. Mais la migration a été démontrée d'une façon indubitable, avant et après VIGNAL, par bien des observateurs (MERK, HIS[1], CAPOBIANCO et FRAGNITO, BOMBICCI et d'autres); dans une autre de mes notes[2] j'ai relevé l'erreur où je pense que VALENZA est tombé. Ici je me borne à mentionner un fait qui est très analogue à celui de VALENZA et qui montre comme un des deux gros noyaux étroitement unis finit par disparaître en se transformant en les constituants du protoplasma, tandis que l'autre plus florissant, devient le noyau de l'unique cellule nerveuse (*pl. III, fig. 23*). Dans la figure 13 de la planche II on peut observer les mêmes formations dans une phase plus avancée. Cette prétendue nouvelle forme de multiplication n'est donc pas démontrée et ce n'est pas elle qui peut donner l'explication des formations syncytiales dont nous nous occupons maintenant. En second lieu, la présence de neuroblastes plus ou moins nombreux dans la région de la corne antérieure est assez précoce. Chez les embryons de quatre jours la corne antérieure est déjà ébauchée; chez ceux de cinq et de six jours, elle se présente déjà très riche en éléments cellulaires. Or, pourquoi ces éléments de la corne antérieure resteraient-ils en repos pendant une si longue période, celle de la plus grande activité proliférative pour les cellules germinatives dans la couche périépendymaire, et attendraient-ils la septième journée pour commencer à se multiplier quand, par la raréfaction progressive du réticule chromatique, ils commencent à perdre les caractères de l'activité reproductrice?

Mais outre les arguments indirects, la raison capitale qui fait repousser

1. HIS qui, dans ses premières études sur le développement des éléments nerveux, soutint la migration des neuroblastes des couches intérieures de la moelle épinière vers les couches extérieures, maintenant l'affirme de nouveau à propos du « *Développement de la substance grise de l'écorce cérébrale* » (*Comptes rendus du XIII*e *congrès international de médecine*, 1900. Section d'histologie et d'embryologie, p. 36), de telle façon que RETTERER a cru en tirer des arguments en faveur de l'amœboïsme des cellules nerveuses adultes.

2. O. FRAGNITO. *L. c.*, p. 113. « Accade anche non raramente che fasci di fibrille, o i loro equivalenti embriologici, vale a dire i cordoni cellulari, fusi ma non ancora differenziati nei costituenti elementari, accolgano nelle loro volute non uno, ma due nuclei primarii in modo da risultarne una cellula binucleata. Tale reperto forse può dar ragione dell' errore, in cui, secondo me, sarebbero caduti alcuni osservatori (THANTHOFFER, ROHDE, VALENZA), ammettendo nella cellula nervosa, nel periodo post-nevroblastico, una nuova forma di moltiplicazione, che non sarebbe nè la cariocinesi nè la semplice amitosi. Quando i due nuclei abbracciati dalle spire delle stesse fibrille sono abbastanza lontani, finiscono per dar luogo a due cellule nervose distinte; quando, invece, sono molto vicini, uno dei due sparisce dissolvendosi. In un preparato di corteccia cerebrale questa disposizione del secondo nucleo é evidente. »

l'hypothèse de la multiplication, est dans la forme des colonies et dans les modifications que leurs éléments constitutifs subissent peu à peu. Dans la figure 4, quoique reproduite à un faible grossissement, on voit avec assez de clarté beaucoup de gros noyaux entourés d'autres petits éléments qui ne témoignent pas d'une origine commune avec le premier aux dépens d'une même cellule-mère. Mais des grossissements plus forts mettent à même de remarquer de plus intéressantes particularités. Les figures 6, 7 et 8 de la planche I et les figures 11 et 12 de la planche II représentent toutes des colonies cellulaires des cornes antérieures à la septième journée d'incubation dans leurs variétés les plus fréquentes. Dans la figure 6, autour des noyaux primaires *a* et *b*, se trouve placée une série de noyaux secondaires *c* et *d*. Autour de *a* les noyaux secondaires forment un cercle complet; tandis que les noyaux secondaires indiqués par *d* constituent une espèce de prolongement au neuroblaste *b*. Les noyaux ou neuroblastes primaires *a* et *b* s'individualiseront, selon toute probabilité, en deux cellules distinctes, lorsque les neuroblastes secondaires dont chacun est entouré auront fini par perdre leur contour et se seront fondus en une masse protoplasmatique. Les autres éléments de la colonie, excepté celui qui en occupe l'extrémité droite (*e*) et se trouve presque isolé, sont moins clairement orientés, et leur destinée définitive est moins sûrement supposable. Dans la figure 7 le noyau *a* est florissant et semble vouloir devenir le noyau de la cellule adulte, tandis que les autres qui l'entourent subissent par degrés des adaptations de forme et des modifications intimes, ainsi que le montre la coloration plus foncée, et dans quelques-uns d'entre eux aussi le contour peu net. Plus claire encore apparaît la colonie représentée dans la figure 8, dans laquelle autour du noyau primaire *a* il y en a encore sept secondaires, disposés de manière à ébaucher la forme du corps cellulaire et même de la partie initiale des prolongements de la cellule nerveuse. La figure 11 donne l'image d'une cellule nerveuse qui, dans cette période de développement, a une forme unipolaire. Son noyau *a* est pourvu d'un nucléole et d'un réticule chromatique disposé en rayons; tandis que dans le protoplasma on peut distinguer un noyau *b* très allongé et un autre élément *c* qui dans la préparation apparaît encore bien individualisé, mais n'est pas bien reproduit dans la figure. Dans le protoplasma de la cellule représentée dans la figure 12 le noyau secondaire *b* adossé au noyau primaire *a* témoigne de la fusion avérée de deux éléments au moins en une seule cellule.

Ici il faut faire une remarque, c'est que les syncytiums reproduits dans les susdites figures, tout en étant dans la même période de développement, tout en appartenant au même embryon, ne représentent pas le même degré d'évolution de la cellule ganglionnaire. Il y a des syncytiums avec des éléments constitutifs presque nettement distincts (*fig. 7*) et il y en a d'autres à qui il manque peu pour qu'ils représentent des cellules adultes (*fig. 11* et *12*). Par

là nous apprenons que tous les éléments cellulaires d'un groupe déterminé (corne antérieure) ne se développent pas en même temps; il y en a quelques-uns à évolution précoce et d'autres à évolution tardive, et on ne peut établir de loi que pour la majorité d'entre eux.

A mesure que le développement avance, ce même procédé de fusion de plusieurs éléments embryonnaires en un seul élément définitif devient plus évident. Les figures 13 et 14 de la planche II représentent des cellules des cornes antérieures à la neuvième journée d'incubation, qui, dans leur forme, diffèrent peu des cellules adultes. Pourtant la provenance de chacune d'elles aux dépens d'une colonie cellulaire est indiquée par la présence de noyaux déformés dans leur protoplasma et à l'origine de leur prolongement : noyaux que la thionine n'a point colorés et qui pourraient sembler des vacuoles à celui qui ignorerait les phases antérieures de développement. C'est ainsi, en effet, que les jugea VIGNAL[1] qui n'accorda à ce fait aucune importance; et c'est à peu près aussi de la même façon que les interpréta OLMER[2] qui vient de les décrire en leur attribuant la fonction de générateurs des prolongements protoplasmatiques.

Les recherches de OLMER valent la peine d'être analysées plus minutieusement. D'après cet auteur, le protoplasma des cellules nerveuses acquiert pendant le développement une apparence vésiculeuse. Il contient constamment un grand nombre de vésicules claires qui, étant très fines et sphériques, se fondent ensuite dans les stades ultérieurs, et gagnent la périphérie du corps cellulaire, où elles produisent une saillie plus marquée; ensuite il semble qu'elles éclatent en déterminant par leur accroissement et leur rupture la production des prolongements protoplasmatiques.

Le fait que des vésicules produisent par leur rupture des organes solides tels que les prolongements protoplasmatiques est pour moi, je l'avoue, très difficile à comprendre, même en admettant qu'elles soient délimitées par des parois solides. Mais dans cette dernière hypothèse, pourquoi parler de vésicules auxquelles on attribue d'ordinaire une signification de régression, et non pas de noyaux vésiculaires? J'ai la conviction que OLMER, d'après ce que l'on peut déduire de la description de ses constatations, faute de figures, s'est trouvé vis-à-vis des mêmes formes syncytiales que je décris dans cet article et que j'avais déjà signalées dans une note précédente parue peu de temps avant sa communication. OLMER a pris pour des vésicules les noyaux vésiculeux des neuroblastes secondaires qui engendrent, en se transformant, le protoplasma de la cellule nerveuse. Et ces noyaux vésiculeux peuvent aussi se montrer au point d'origine des prolongements protoplasmatiques,

---

1. W. VIGNAL. *L. c.*, p. 84.

2. OLMER. Quelques points concernant l'histogénèse de la cellule nerveuse (*Société de Biologie*, Paris, 18 novembre 1899).

sans que cela autorise à conclure que les dendrites sont produits par la rupture des vésicules.

Il ne manque pourtant pas d'explication plus satisfaisante. Par suite de très nombreuses recherches (Dohrn, Apathy, Paladino, Capobianco et Fragnito, etc.), on sait que les fibres nerveuses, aussi bien centrales que périphériques et par conséquent même les prolongements cellulaires qui doivent être considérés comme les bouts centraux des fibres, proviennent de la transformation de cordons de cellules disposées en séries. Or, en rapprochant cette donnée de cette autre, que le corps de la cellule nerveuse provient de la réunion de cellules embryonnaires, donnée que je me flatte de rendre évidente, on peut aisément comprendre comment un prolongement protoplasmatique, ou bien son équivalent embryologique (cordon cellulaire), peut s'implanter au bord de la cellule en formation, sur un des éléments périphériques (même pourvu de noyau vésiculeux) de l'amas de cellules que l'on vient de décrire. Je dis s'implanter — c'est là une façon de s'exprimer; — pour être plus exact il faudrait dire que les cellules embryonnaires, se disposant en séries pour former les prolongements, suivent, selon certaines lignes, les cellules qui se groupent pour constituer le corps de la cellule nerveuse. Il arrive en effet, non pas rarement, de voir des chaînes cellulaires qui font partie, sur une certaine étendue, du corps de la cellule nerveuse en formation, duquel ensuite elles sortent avec leurs deux extrémités pour se continuer sous la forme de prolongement (*pl. II, fig. 18*). De pareilles images nous mettent à même de comprendre aisément les interprétations de Olmer, d'autant plus qu'il est très fréquent de retrouver des noyaux ou des éléments pourvus de noyaux, soit à la base des prolongements dendritiques ou des axons, à leur point d'insertion sur la cellule, soit le long de tout leur parcours. Que l'on observe les figures 17 (*pl. II*), 23 et 25 (*pl. III*) pour les dendrites et la figure 24 (*pl. III*) pour l'axon. Cette dernière, qui a trait à une cellule de la corne antérieure d'un embryon de poulet de dix-huit jours, a un double intérêt, parce que d'un côté elle montre que la formation des axons se fait relativement en retard même dans quelque cellule de la corne antérieure et d'un autre côté elle fournit un argument solide contre ces auteurs qui nous blâment d'avoir, dans l'étude de la genèse de la fibre nerveuse, pris pour noyaux du cylindre-axe les noyaux de la membrane de Schwann.

Mais je ne veux pas m'écarter de la thèse principale. Certain auteur a indiqué la numération des éléments nerveux dans les différents stades du développement de la moelle épinière et des ganglions comme critérium décisif pour la solution du problème qui nous occupe. En vérité, si les colonies représentent des phases de multiplication, le nombre des éléments nerveux doit s'accroître dans la période consécutive; au contraire, il doit diminuer si elles représentent des stades préparatoires de la fusion définitive. Mais un

examen plus attentif fait voir que la chose est moins simple qu'elle ne semble au premier abord, du moins en ce qui concerne la moelle épinière. Avant tout nous ne connaissons pas avec précision le moment où s'accomplit la multiplication dans la région périépendymaire et la migration consécutive des éléments vers les couches de la périphérie. Nous savons seulement qu'il y a des périodes de plus ou moins grande activité reproductrice; mais comme nous ne pouvons pas établir avec assurance dans quel moment la prolifération cesse tout à fait, nous nous exposerions au danger d'attribuer à la multiplication des éléments (supposons de la corne antérieure) ce qui appartient à celle des éléments de la couche plus interne. Cependant cette opinion, adoptée avec toutes les réserves nécessaires, fait constater à partir d'une certaine époque (qu'on ne saurait exactement préciser) une diminution numérique des éléments nerveux dans les coupes microscopiques de moelle épinière, diminution qui n'est point proportionnée à l'accroissement de volume de cet organe[1]. En comparant les figures 4 (*pl. I*) et 10 (*pl. II*) qui représentent des coupes de la corne antérieure à la septième et à la treizième journée d'incubation — coupes de la même épaisseur et reproduites au même grossissement — et en tenant compte d'une part de l'augmentation de volume de la moelle à la treizième journée et d'autre part de ce fait que l'on rencontre la caryocinèse au moins jusqu'à la dixième journée dans les éléments qui entourent le canal central, la diminution numérique des cellules dans le stade plus avancé paraît évidente, surtout si l'on prend soin d'exclure de la numération, dans la figure 10, quelques lambeaux de formations vasculaires qui pourraient simuler des syncytiums de nature nerveuse, et si, dans la figure 4, on compte tous les petits éléments qui entourent les plus gros noyaux. Afin de rendre la comparaison plus graduelle on peut, entre la figure 4 et la figure 10, interposer la figure 9 (*pl. II*) qui représente la coupe d'une corne antérieure de moelle embryonnaire de neuf jours, en remarquant cependant que cette coupe a la moitié de l'épaisseur des deux autres.

En revenant un peu sur la figure 10, on doit remarquer la grande quantité d'éléments mésenchymateux qui, de la surface méningée, ont pénétré et se sont infiltrés dans toute la masse de la moelle; ces éléments déjà admis par His, démontrés par Capobianco et moi-même[2] chez plusieurs classes de

---

1. Capobianco m'avise que : « Avendo numerato su tagli seriali le cellule costituenti un ganglio spinale di embrioni di gatto a varia epoca di sviluppo e di un gattino neonato, ho ottenuto cifre, che provano indubbiamente la progressiva notevole diminuzione numerica degli elementi cellulari nervosi a misura che avanza lo sviluppo. Ho preferito investigar sui gangli intervertebrali per non complicare i resultati ottenuti con i dati che bisogna tener presenti circa l'accrescimento in lunghezza e spessezza della midolla spinale. »

2. Capobianco e Fragnito. *L. c.*

Vertébrés, et que Ford Robertson [1], à l'aide de sa méthode au platine, a réussi à différencier des éléments épiblastiques (comme j'ai pu le voir dans de très bonnes préparations que je dois à l'obligeance de l'auteur), démontrent à quelle autre riche source le névraxe puise les matériaux de son accroissement. Entre l'époque où cette immigration se fait le plus activement et celle où l'on ne découvre plus aucune trace de la prolifération des éléments ectoblastiques, j'ai remarqué une coïncidence qui ne peut pas être sans signification.

Une dernière observation relativement à cette figure. Les cellules nerveuses, au troisième jour de leur développement, bien qu'elles soient assez individualisées et qu'elles présentent tous les caractères extérieurs des cellules adultes, laissent pourtant voir dans leur protoplasma quelque élément cellulaire à contour distinct et pas encore confondu dans la masse commune. Il me semblerait assez audacieux d'affirmer la capacité reproductrice d'éléments déjà si différenciés.

La conclusion qui dérive clairement des faits décrits jusqu'ici, c'est qu'un seul neuroblaste ne porte pas en lui-même tous les éléments nécessaires à la formation d'une cellule ganglionnaire. Celle-ci, au contraire, dérive de la fusion d'un nombre plus ou moins grand de ces neuroblastes, proportionnellement peut-être aux exigences de la fonction à laquelle elle est destinée. Il paraîtra évident aussi que cette évolution histogénétique ne concerne pas exceptionnellement telle ou telle cellule ganglionnaire, comme Pugnat [2] penche à l'admettre dans une récente publication, mais au contraire qu'elle représente une loi générale pour le système nerveux ou du moins pour les organes nerveux que j'ai étudiés, rien qu'en donnant un coup d'œil aux figures 4, 9 et 10 (surtout aux deux premières), dans lesquelles l'exception est représentée par quelques rares éléments simples, ne résultant pas de groupements plus ou moins complexes.

Ceci posé, en quoi m'écartai-je de l'opinion de Bombicci qui, comme je l'ai déjà indiqué, admet lui aussi la genèse exogène « extranucléaire » du proto-plasma nerveux ? La divergence est fondamentale. Je l'analyserai en répondant brièvement à quelques observations très obligeantes que M. le Dr Bombicci [3] m'adressa l'année dernière, sans avoir exactement interprété la signification de ma première note sur le développement de la cellule nerveuse.

---

1. W. Ford Robertson. *A text book of pathology in relation to mental diseases.* William F. Clay, Edinburgh, 1900, p. 166 et 167.

2. A. Pugnat. La biologie de la cellule nerveuse et la théorie des neurones (*Bibliographie anatomique,* tome IX, fasc. 5-6, 1901, p. 276).

3. G. Bombicci. Risposta ad alcune osservazioni al mio lavoro « Sui caratteri morfologici della cellula nervosa durante lo sviluppo » (*Archivio per le scienze mediche,* vol. XXIV, n° 16, p. 313).

Il me fait dire en effet que « la substance protoplasmatique qui s'adosse à une cellule germinative (noyau primaire) proviendrait de la chromatine de cellules germinatives voisines (noyau secondaire), qui, pour le coup, subirait des modifications particulières ». Je n'ai jamais affirmé cela. La chromatine de ce que j'appelle noyau ou neuroblaste secondaire ne donnerait, selon moi, pas toute la substance protoplasmatique qui se juxtapose au noyau primaire, mais seulement la substance chromatique, sous quelque forme qu'elle se présente (petits amas, granules, filaments) dans le protoplasma cellulaire, en même temps que les autres parties qui constituent les noyaux secondaires donneraient naissance aux autres constituants du protoplasma même. C'est ce qui résulte clairement de ma note. Mais Bombicci a, pour ainsi dire, presque l'idée préconçue que la substance protoplasmatique est sécrétée « dans la trame de soutien des éléments », et qu'elle est consécutivement attirée par le noyau de la cellule. Voilà pourquoi dans ma description (qui à la vérité n'est pas illustrée par des dessins) il vit dans les noyaux secondaires les générateurs de la chromatine et non pas des éléments qui forment le protoplasma cellulaire par une transformation intime de toutes leurs parties. Or, c'est justement ici le nœud de la question. Si mes recherches m'avaient porté à admettre cette sécrétion et cette attraction, je n'aurais pas eu raison de me demander si la cellule nerveuse représente une unité embryologique. L'idée de cette unité ressort intacte des observations de Bombicci : il y a un noyau qui attire la substance protoplasmatique (peut-être la seule substance chromatique) élaborée dans le milieu où elle a pris place et s'en revêt. Au contraire, selon l'opinion que j'ai dû me faire, la cellule nerveuse représente l'endroit où, autour d'un noyau (neuroblaste primaire), se rencontrent et s'entrelacent de différentes façons des cordons cellulaires qui partent de différentes directions. Lorsque ces cordons cellulaires, qui dans leur libre parcours forment les fibres, aboutissent en un nombre plus ou moins grand à un noyau, comme à un carrefour où se réunissent plusieurs voies, ils forment la cellule. Et tandis que les neurofibrilles, dans lesquelles ces cordons de cellules se décomposent (Apathy), courent isolées dans les fibres, au contraire dans la cellule où elles affluent en grand nombre des endroits les plus différents, elles contractent réciproquement de nombreux rapports, échangeant de simples branches anastomotiques (Paladino [1]), ou forment des réticules plus ou moins compliqués ainsi qu'il résulte avec une grande évidence des recherches de Apathy [2] sur

---

1. G. Paladino. Per la costituzione morfologica delle cellule nervose nel midollo spinale (*Rend. della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche* di Napoli, novembre 1896).

2. St. Apathy. Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen (*Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel*, 12. Band, 4. Heft, 1897).

les Sangsues et les Lombrics, et de celles de DONAGGIO[1] sur les Mammifères. Mes conclusions se rapprochent plutôt de celles de SCHULTZE sur la constitution de la cellule nerveuse et de celles d'APATHY, qui tendent à reconnaître la valeur d'unité anatomique et embryologique à la neurofibrille.

Je suis assez étonné que BOMBICCI, qui a fait des recherches méthodiques, ait méconnu les faits, soit de neuroblastes secondaires entourant un neuroblaste primaire, soit de véritables cordons cellulaires qui, passant à proximité d'un noyau, lui forment une ou plusieurs couches de protoplasma. J'aime à rappeler ici que de tels faits, outre qu'ils ont été confirmés partiellement et accidentellement par plusieurs des auteurs que j'ai mentionnés plus haut, ont reçu une sanction pour moi bien rassurante par les recherches de CAPOBIANCO[2] qui, il y a deux ans, put montrer les préparations relatives au Congrès anatomique de Pavie. Et après les nombreuses formations syncitiales, décrites dans le cours de ce travail, j'ose rappeler encore l'attention des lecteurs sur la figure 16 de la planche II, où l'on voit un gros noyau vésiculaire, ayant d'un côté un nombre remarquable de neuroblastes secondaires à peu près ronds et disposés en deux lignes, et sur les figures 18 et 19, planche II, qui représentent des cellules ganglionnaires, dont le protoplasma est formé par des cordons de cellules allongées. Mais, si je ne me trompe pas, quelque chose qui ressemble, du moins de loin, à cette image se rencontre aussi dans les dessins et les descriptions de BOMBICCI et particulièrement là où il représente des fuseaux chromatiques et des blocs de protoplasma déposés d'un seul côté du noyau.

Ces dernières figures pourraient nous mettre peut-être sur la voie pour interpréter autrement que ne l'a fait BIERVLIET[3] les phases évolutives de la substance chromophile. Mais la thèse principale est déjà trop complexe, et il vaut mieux éviter de la compliquer davantage en traitant des questions collatérales. Je remarquerai seulement que la loi établie par BIERVLIET, selon laquelle la substance chromophile en forme de petits amas apparaîtrait d'abord exclusivement à la périphérie de la cellule et seulement plus tard envahirait tout le protoplasma jusqu'à la zone périnucléaire, subit, du moins chez le poulet, de nombreuses exceptions. Souvent le neuroblaste primaire est entouré d'une espèce d'anneau, tantôt complet et tantôt incomplet, formé de

---

1. A. DONAGGIO. Sur les appareils fibrillaires endocellulaires de conduction dans les centres nerveux des Vertébrés supérieurs (*Compte rendu du 5e congrès international de physiologie*. Turin, septembre 1901, p. 97). Les préparations présentees par l'auteur au Congrés phréniatrique tenu à Ancône en septembre de l'année passée, sont d'une clarté schématique.

2. F. CAPOBIANCO. *L.* c.

3. J. VAN BIERVLIET. La substance chromophile pendant le cours du développement de la cellule nerveuse (chromolyse physiologique et chromolyse expérimentale) [*Le Névraxe*, vol. I, p. 31].

petits neuroblastes secondaires dont les nucléoles constituent une première couronne de granules de NISSL autour du noyau de la cellule en évolution (*fig. 16*). A ce premier anneau viennent s'en ajouter successivement d'autres et de nouvelles couronnes de granules s'adossent ainsi à la première. On a par là une apposition contemporaine de nouvelles couches de protoplasma et de nouvelles couronnes de granules (*fig. 16 et 19*). Cette chromo-topographie des amas chromophiles, qui serait le contraire de celle admise par BIERVLIET, est surtout évidente dans les cellules des ganglions intervertébraux, comme j'ai pu le démontrer au congrès que l'Union zoologique italienne tint à Naples l'année dernière [1]. Des images semblables à celles qu'a reproduites BIERVLIET sont fréquemment tombées sous mon observation, mais je ne me sens pas à même d'exprimer mon opinion à leur égard, et je dirai seulement et sous réserve que l'action des liquides fixateurs ne me semble nullement étrangère à leur production. Lorsque le protoplasma embryonnaire est représenté, comme dans la figure 17, par de gros neuroblastes secondaires au lieu de l'être par des petits, ces liquides pourraient précipiter la chromatine nucléaire de ces derniers sur la partie de leur paroi qui n'est pas contiguë au bord du neuroblaste primaire. Deux faits, entre autres, me font concevoir ce soupçon : ce fait que l'on voit souvent des amas de chromatine sur des points différents de la paroi nucléaire des neuroblastes secondaires, même sur la partie non libre de paroi qui s'adapte, en y adhérant, au contour du neuroblaste primaire ; et cet autre fait que je n'ai jamais observé ces amas périphériques de chromatine ni aucun autre, lorsque je me suis mis dans de meilleures conditions de technique. En employant la méthode primitive de DONAGGIO [2] que j'ai légèrement modifiée pour l'adapter aux tissus embryonnaires, je n'ai vu que les petits nucléoles des neuroblastes secondaires, correspondant peut-être aux corpuscules nodulaires décrits par COLUCCI [3] comme centres des granules de NISSL intercalés entre les filaments chromatiques : rien qui témoigne des amas communément décrits. Mais, je le répète, je n'ai pas à cet égard une moisson de faits telle que je puisse plaider une cause quelconque et je réserve tout jugement pour des recherches ultérieures.

Il me semble à présent plus convenable de mieux rechercher les rapports qui existent entre les éléments nerveux et le tissu interstitiel. Comme je le disais dans les premières pages de ce travail, les neuroblastes, dès le commencement de leur développement, se trouvent plongés dans cette délicate

---

1. *Rendiconto della seconda assemblea ordinaria e del convegno dell' Unione zoologica italiana in Napoli,* aprile 1901, p. 56.

2. A. DONAGGIO. Sulla presenza di un reticolo nel protoplasma della cellula nervosa (*Rivista sperimentale di Freniatria,* vol. XXII, 1896, p. 862).

3. COLUCCI. *L. c.,* p. 96-97.

trame de soutien qui est le neurospongе par lequel ils sont si étroitement enveloppés qu'il a été possible de prendre les filaments de ce tissu pour des prolongements de cellules nerveuses en évolution. Or, je pense qu'on doit remonter à cette première phase de développement des centres nerveux pour trouver l'origine des rapports nombreux et compliqués entre les éléments spécifiques et le tissu de névroglie, mis en lumière dans ces dernières années par Paladino, à l'aide de méthodes spéciales. Comme on le sait bien, cet auteur décrivit d'abord un réticulum enveloppant le corps de la cellule nerveuse et ses prolongements, réticulum qui est fait par de subtils filaments se continuant dans le tissu interstitiel. Le long des fils qui en composent les mailles, il n'est pas rare d'observer des corpuscules de névroglie [1]. Ces faits ont eu de nombreuses sanctions (Colucci, Capobianco et Fragnito, etc.), et récemment la présence de corpuscules de névroglie (mieux encore de mésoglie) sur la surface des cellules nerveuses a été confirmée à l'aide de la méthode au platine par Robertson [2]. Mais ensuite Paladino a pu constater que des ramifications de ce réticulum péricellulaire s'enfoncent dans le protoplasma de la cellule, où elles forment, en s'anastomosant, un réticulum intérieur qui rejoint les alentours du noyau [3]. De l'observation que dans plusieurs cas j'ai pu faire des préparations de Paladino et de celles de Donaggio, il m'a semblé qu'entre le réticulum intérieur et le réticulum extérieur décrits par le premier et les réticulums homonymes décrits par le second, il y a cette seule affinité qui peut dépendre du fait qu'au réticulum extérieur de Donaggio arrivent bien des fibrilles de névroglie du tissu ambiant. Les réticulums intérieurs de ces deux observateurs restent pourtant nettement distincts : celui de Paladino, qui est en connexion avec le *ragnatelo nevroglico* ; celui de Donaggio, qui est d'un côté en connexion avec les fibrilles qui parcourent les prolongements protoplasmatiques et de l'autre avec les fibrilles qui vont constituer les axons. On doit donc retenir qu'outre les réticulums de nature spécifique observés dans les cellules nerveuses des Vertébrés, il y a dans ces mêmes cellules un réticulum de soutien qui envahit toute la masse protoplasmatique et se continue avec le tissu interstitiel des centres nerveux. Que ce réticulum endocellulaire décrit par Paladino soit de la névroglie,

---

1. Paladino. Sur les limites précises entre la névroglie et les éléments nerveux dans la moelle épinière, et sur quelques-unes des questions histo-physiologiques qui s'y rapportent (*Archives italiennes de biologie*, t. XXII, 1894, fasc. 1).

2. W. Ford Robertson. *Loc. cit.*, p. 174.

3. G. Paladino. Ulteriori studii sui rapporti tra il nevroglio e le fibre e le cellule nervose nell' asse cerebro-spinale dei vertebrati (*Rend. della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli*, fasc. 8 à 12, 1900).

Su alcuni punti controversi della struttura intima dei centri nervosi (*Rendiconto della seconda assemblea ordinaria e del convegno dell' Unione zoologica italiana in Napoli*, Aprile 1901, p. 27).

non seulement la continuation de ses fils avec ceux du tissu interstitiel le démontrerait, mais aussi, et peut-être d'une façon plus décisive, l'hypertrophie qu'il subit dans les altérations pathologiques et expérimentales du protoplasma cellulaire qui accompagnent d'ordinaire l'hypertrophie de la névroglie.

Cela résulte des recherches très récentes (encore inédites) de Paladino sur les cellules de la moelle épinière de chiens opérés et de quelques images obtenues par M. le D[r] Sciuti dans notre Institut dans des préparations de cellules des ganglions intervertébraux de tabétiques. Une observation remarquable se trouve aussi dans une note très ancienne et presque oubliée de Bianchi [1] (*Sur une altération anatomo-pathologique du nerf sympathique*) dans laquelle on trouve décrites et reproduites des altérations cellulaires qui, jugées à la lumière des recherches modernes, témoigneraient en faveur de l'existence d'un squelette de soutien de la cellule nerveuse.

Quelle est maintenant l'hypothèse la plus probable sur le mode de formation de ce squelette de soutien ? Selon moi, il est très vraisemblable que les filaments du neurosponge, qui entourent les neuroblastes, restent emprisonnés entre les neuroblastes mêmes, lorsque ceux-ci se groupent pour former les colonies déjà décrites. Si l'on pense que le neuroblaste primaire, destiné à devenir noyau, se trouve suspendu, quand il est encore isolé, dans le tissu ambiant, formé justement par des filaments spongioblastiques, et que les neuroblastes secondaires, lorsqu'ils se groupent autour du primaire, transportent dans le tissu qu'ils vont constituer les filaments et les réseaux du tissu interstitiel dont ils sont revêtus, on comprend aisément que ce tissu, y compris quelques vaisseaux capillaires sanguins et lymphatiques qui s'y trouvent renfermés, puisse constituer d'abord le squelette de soutien des colonies et ensuite, comme le développement avance, celui des cellules ganglionnaires qui en proviennent. Cette hypothèse me semble plus soutenable que l'autre selon laquelle un corps cellulaire déjà constitué est ensuite pénétré par des filaments de névroglie et aussi par des capillaires sanguins et lymphatiques qui plongent jusque dans les environs du noyau, car outre les rapports déjà décrits entre les cellules nerveuses et la névroglie, les capillaires sanguins endocellulaires sont une donnée histologique acquise par des recherches sérieuses (Fritsch, Golgi, Adamkiewicz, Holmgren). Quant à la présence des lymphatiques dans le cytoplasme nerveux, ce n'est à présent qu'une hypothèse bien débattue. Dans une publication sur les *canalicules de Holmgren* [2], je repousse l'idée que ceux-ci soient des lymphatiques pourvus de parois propres, se continuant avec les parois des lymphatiques péricellulaires, et tout en reconnaissant en eux un appareil nutritif endocellulaire, je soutiens

---

1. L. Bianchi. *Movimento medico-chirurgico,* 1878.

2. O. Fragnito. Lo sviluppo della cellula nervosa e i canalicoli dell' Holmgren (*Annali de Nevrologia,* anno XVIII, fasc. VI, 1900).

qu'ils correspondent aux interstices ménagés entre les différents neuroblastes constituant l'agrégat précurseur de la cellule ganglionnaire. Aujourd'hui, tandis que je suis à même de confirmer une telle opinion à l'égard de la grande majorité des susdits petits canaux, je ne me sens pas à même d'exclure la supposition que quelques-uns d'entre eux, parmi les plus gros et dont la continuation avec les lymphatiques péricellulaires est évidente, puissent correspondre aux lymphatiques qui sillonnent primitivement le neurospongе.

De sorte que, si je ne me trompe, les données de l'embryologie, de l'histologie et de la pathologie sont d'accord pour faire admettre que dans la cellule nerveuse, comme dans un organe complexe à la constitution duquel prennent part plusieurs éléments, on doit distinguer deux tissus : l'un spécifique, qui dérive de la transformation des neuroblastes, l'autre de soutien, qui provient du neurosponge et de ces capillaires sanguins et lymphatiques qui se trouvent là par hasard pour l'irriguer.

Naples, juin 1902 (reçu le 17 septembre).

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Fig. 1 (Oc. 3, obj. 6, Koristka). — Moitié d'une coupe de moelle épinière d'un embryon de trois jours, colorée en masse par une solution aqueuse très diluée de thionine, fixée par une solution à 4 p. 100 de molybdate d'ammonium. — La description se trouve dans le texte.

Fig. 2 (Oc. 3, obj. 6, Kor.). — Moitié d'une coupe de moelle épinière d'un embryon de quatre jours, traitée comme celle de la figure précédente, en substituant à la thionine le bleu de méthyle. — A noter combien le tissu spongioblastique est riche en filaments et comme ceux-ci ont des rapports de simple contiguïté avec les bords des neuroblastes.

Fig. 3 (Oc. 3, obj. 6, Kor.). — Coupe de moelle épinière d'embryon de six jours; traitement comme dans la figure précédente.

Fig. 4 (Oc. 3, obj. 6, Kor.). — Coupe de moelle épinière d'un embryon de sept jours, de laquelle a été prise un peu plus que la moitié antérieure. Coloration au bleu de toluidine, sur coupes. — On observe de nombreuses colonies cellulaires dans la région de la corne antérieure. (Cette figure n'est pas exactement reproduite : le lithographe a négligé bien des éléments très minces qui environnaient les noyaux plus grands.)

Fig. 5 (Oc. 3, obj. 9, Kor.). — Commissure antérieure de la moelle épinière d'un embryon de six jours; traitement comme dans la figure 2. — Les éléments indiqués par *a*, à ce qu'il semble, prennent part à la formation du neurosponge.

Fig. 6, 7 et 8 (Oc. 3, obj. $^1/_{12}$ imm. homog. Kor.). — Colonies cellulaires prises dans les cornes antérieures de la moelle épinière d'un embryon de sept jours; coloration par la solution aqueuse de thionine, sur coupes. — La description minutieuse se trouve dans le texte.

PLANCHE II

Fig. 9 (Oc. 3, obj. 0, Kor.). — Moitié antérieure d'une coupe de moelle épinière d'un embryon de neuf jours ; traitement comme dans la figure 2. — La corne antérieure est constituée par des colonies cellulaires ou syncytiums.

Fig. 10 (Oc. 3, obj. 6, Kor.). — Partie antérieure d'une coupe de moelle épinière d'un embryon de treize jours, coloration par la solution aqueuse de thionine, sur coupes. — La description se trouve dans le texte.

FIG. 11 et 12 (Oc. 3, obj. $^1/_{13}$, imm. hom., Kor.). — Syncytiums pris dans la moelle épinière d'un embryon de sept jours; traitement comme dans la figure 2. — Ils sont décrits dans le texte. Il faut noter dans la figure 12 les rapports intimes entre la cellule en évolution et le neurosponge.

FIG. 13, 14 et 15 (Oc. 3, obj. $^1/_{10}$, imm. Kor.). — Syncytiums pris dans la moelle épinière d'un embryon de neuf jours ; coloration comme dans la figure 10. — Les deux premiers sont décrits dans le texte, le dernier représente une formation analogue dans un état moins avancé.

FIG. 16, 17 et 18 (Oc. 3, obj. $^1/_{10}$, imm. Kor.). — Syncytiums pris dans la moelle épinière d'un embryon de douze jours, coloration sur coupes avec les solutions aqueuses de thionine (16 et 17) et de bleu de méthyle (18). — Voir la description dans le texte.

FIG. 19 (Oc. 3, obj. $^1/_{10}$, imm. Kor.). — Syncytiums dans la moelle épinière au troisième jour de développement. Apposition successive de couches de protoplasma sous forme de cordons cellulaires.

PLANCHE III

FIG. 20 (Oc. 3, obj. 9, Kor.). — Partie de la coupe représentée dans la figure 1, dessinée à un plus fort grossissement pour mieux démontrer la structure des neuroblastes et du neurosponge et leurs rapports réciproques.

FIG. 21 (Oc. 3, obj. 9, Kor.). — Corne antérieure de la moelle épinière d'un embryon de quatre jours, dessinée à un plus fort grossissement que celui de la figure 2 pour démontrer de plus fines particularités de structure. Voir le texte.

FIG. 22 (Oc. 3, obj. 9, Kor.). — Corne antérieure de la moelle épinière d'un embryon de six jours. — Pour cette figure voir les explications données pour les deux précédentes.

FIG. 23 (Oc. 3, obj. $^1/_{10}$, imm. Kor.). — Cellule nerveuse de la moelle épinière au quinzième jour d'incubation. — On aperçoit les traces de la fusion de plusieurs éléments embryonnaires dans une cellule seulement qui est décrite dans le texte.

FIG. 24 (Oc. 3, obj. $^1/_{10}$, imm. Kor.). — Cellule de la corne antérieure d'un embryon de dix-huit jours (coloration sur coupes avec la solution aqueuse de thionine). — Dans le prolongement axile on aperçoit encore les traces des cellules qui lui ont donné naissance.

FIG. 25 (Oc. 3, obj. $^1/_{10}$, imm. Kor.). — Cellule de la corne antérieure d'un embryon de dix-huit jours (coloration sur coupes par le bleu de méthyle.) — Dans le protoplasma l'on observe une ligne claire qui sépare de la partie centrale du protoplasma, qui contient le noyau, une partie plus externe d'apposition plus tardive. Les deux prolongements protoplasmatiques visibles contiennent chacun dans leur propre épaisseur, et pendant une certaine longueur, un élément cellulaire qui n'est pas encore transformé.

Le Directeur, Dr A. NICOLAS.

Tome XI 4e et dernier fascicule 1902

BIBLIOGRAPHIE ANATOMIQUE

REVUE DES TRAVAUX EN LANGUE FRANÇAISE

ANATOMIE — HISTOLOGIE — EMBRYOLOGIE — ANTHROPOLOGIE

TRAVAUX ORIGINAUX

CARACTÈRE TERMINAL DES ARTÈRES DU REIN

Par LÉON DIEULAFÉ

CHARGÉ DU COURS D'ANATOMIE A L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE CLERMONT-FERRAND

(*Travail du laboratoire de M. le professeur* CHARPY)

Dans son *Anatomie des organes génito-urinaires* (1890), M. le professeur CHARPY écrivait : « Les artères du rein sont-elles terminales ? Si on prend la voûte artérielle d'un seul lobe, elle ne communique pas avec la voûte du lobe voisin et son territoire est fermé. Encore faut-il observer que toutes deux sont largement unies à leur origine même par les dichotomisations qui se font entre les papilles; en outre, certains faits d'injection paraissent démontrer l'existence de quelques anastomoses de lobe à lobe à travers la colonne de Bertin ou sous la capsule ; c'est ainsi que j'ai injecté l'écorce tout entière en poussant par une seule branche du hile. Si maintenant on considère les divers troncs d'une même voûte artérielle, on voit que la plupart des auteurs admettent qu'ils sont isolés, qu'ils forment des arcs incomplets ou demi-arcades non anastomosés entre eux. Ce seraient ainsi des territoires partiels terminaux. Mais j'ai constaté, après d'autres anatomistes, que la voûte est continue, bien que les anastomoses entre les divers branchages soient parfois rares et grêles. »

Nous avons cité ce passage qui marque l'état de la question il y a quelques années. Les recherches récentes sont en faveur de la terminalité complète et générale des artères du rein et de leurs branches, et confirment les résultats que HYRTL avait obtenus sur des pièces traitées par corrosion.

Max Brödel[1] a publié récemment un important travail sur la situation des artères du rein, au point de vue de la néphrotomie. Il s'est incidemment occupé de leur mode de terminaison. Quarante reins d'hommes ont été corrodés par la méthode de Schiefferdecker modifiée : Reins lavés puis déshydratés à l'alcool et à l'éther. Injection avec une solution alcoolique ou éthérée de celloïdine colorée au cinabre ou au bleu de Prusse. Digestion dans une solution de 1 : 3000 de pepsine dans 0,3 à 0,5 p. 100 d'acide chlorhydrique pendant neuf à quinze jours. Lavage. Conservation dans la glycérine phéniquée. Voici textuellement ses résultats :

« Les artères du rein sont des artères terminales au sens le plus strict du mot, les branches du tronc antérieur ne passent jamais du côté opposé c'est-à-dire du côté postérieur et *vice versa*. Elles ne s'anastomosent pas entre elles. Le plan de division des deux arbres artériels est indiqué par les axes de la rangée postérieure des calices.

« Les veines présentent une disposition complètement différente. Elles s'anastomosent autour de la base des pyramides et forment les arcades veineuses connues. Elles s'unissent en larges branches qui courent entre les côtés des pyramides et les colonnes de Bertin, vers le col des calices où elles se placent entre la pyramide et les branches artérielles. Autour du col du calice elles forment un second système d'anastomoses plus court et plus serré que celui de la base des pyramides. Un grand nombre de boucles ou d'anneaux entourent d'un véritable collier le col du calice. »

De belles figures montrent les voûtes veineuses contrastant avec le branchage libre des artères qui se recourbent faiblement par-dessus la base des pyramides de Malpighi. Elles nous paraissent toutefois avoir été très schématisées car elles représentent les vaisseaux en place sur un rein fendu.

Gérard[2] dans une note à l'Association des anatomistes (session de Montpellier, 1902) se range à l'opinion de Max Brödel et publie des résultats analogues; après avoir injecté des reins d'homme et de porc il les a étudiés soit par dissection, soit par la radiographie. Pour cet auteur la voûte artérielle sus-pyramidale n'existe pas, les artères intra-rénales se divisent suivant le mode dichotomique ou monopodique et donnent de nombreuses ramifications sous-corticales. Une planche radiographique du rein de l'Homme est fort explicite à cet égard.

Nous avons de notre côté repris cette étude en nous adressant à divers animaux et nous sommes arrivés à des résultats entièrement concordants avec ceux des auteurs précédents. Nous avons examiné des reins de Cheval, Bœuf,

1. Max Brödel, The intrinsic blood-vessels of the kidney (*The Johns Hopkins Hospital Bulletin,* 1901).

2. Érard, Circulation rénale. La voûte artérielle sus-pyramidale existe-t-elle? *Comptes rendus de l'Association des anatomistes.* 4e session. Montpellier, 1902.

Veau, Mouton, Chien. Quelques-uns ont été disséqués après injection de cire colorée dans les artères ; mais nous nous sommes surtout attaché à l'étude par le procédé des corrosions. La masse à injection préparée d'après une formule de Lauth était ainsi composée : colophane, trois parties ; cire blanche et térébenthine de Strasbourg, de chacune une partie ; blanc de baleine, un tiers de partie. La macération a eu lieu dans des solutions d'acide azotique progressivement concentrées jusqu'au tiers. Les reins de Cheval ont offert une très grande résistance, tant est dure la substance corticale.

Nous avons en outre examiné les radiographies stéréoscopiques de rein de Porc, prises dans la collection de notre maître M. le professeur Charpy.

Les résultats des trois séries d'observations : dissection, corrosion, radiographie sont tout à fait identiques.

Les artères se ramifient d'après le mode monopodique tant qu'elles ont un



Artères du rein du veau préparées par corrosion.

calibre moyen ; devenues assez fines, les unes se divisent dichotomiquement, les autres continuent leur distribution d'après le premier procédé.

Les plus fines branches, dans la zone corticale se résolvent en pinceaux d'artérioles nombreuses excessivement délicates. Ce sont les pièces par corrosion qui nous ont permis d'arriver jusqu'à des divisions aussi ténues.

Dans la zone où les substances médullaire et corticale sont en contact, nous trouvons des artérioles encore assez grosses qui se continuent vers la surface du rein, complètement séparées les unes des autres. En aucun point il n'existe d'anastomoses transversales, chaque branche artérielle une fois détachée du tronc principal et chaque artériole dans un même pinceau terminal,

restent jusqu'au bout indépendantes des voisines. Il ne saurait y avoir de voûte artérielle, celle-ci serait formée par des anastomoses transversales unissant d'une façon régulière des artères toutes de même calibre sur le même niveau. Or, non seulement il n'existe pas d'anastomoses mais encore les diverses branches dans la zone sus-pyramidale ont des dimensions très variées, les unes se résolvant en deux branches égales, les autres atténuant lentement leur calibre par ramification monopodique.

La figure ci-jointe représentant très exactement un rein de Veau corrodé est plus significative qu'une longue description. Hyrtl [1] dans son Atlas des corrosions représente la circulation artérielle complète du rein (planche XI, *fig. 1*), on y voit des troncs ramifiés en branches indépendantes les unes des autres, et en aucun point on n'aperçoit d'anastomoses transversales. La figure que nous donnons ressemble beaucoup à celle de cet auteur.

Nous pouvons en résumé étendre aux animaux énumérés ci-dessus les conclusions formulées par Max Brödel et Gérard pour l'Homme.

1. Hyrtl, *Corrosions-Anatomie.* Wien, 1873.

L'ÉVOLUTION
DES CONDUITS PANCRÉATIQUES
CHEZ LES EMBRYONS DE CANARD

Par A. WEBER

PROSECTEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

(*Travail du Laboratoire d'anatomie.*)

NOTE PRÉLIMINAIRE

On se rappelle qu'au dernier stade de développement décrit chez les embryons de Canard dans une note précédente[1], les ébauches pancréatiques présentaient les dispositions suivantes : le pancréas dorsal était représenté par un diverticule s'inclinant déjà légèrement à droite du plan sagittal primitif du tube digestif, en arrière de la veine omphalo-mésentérique droite, et débouchant dans le futur duodénum par une portion rétrécie, ébauche d'un canal excréteur. Les deux pancréas ventraux sont formés chacun par trois petits diverticules qui s'ouvrent isolément dans l'intestin, en arrière des deux conduits hépatiques.

A ce moment, la gouttière intestinale s'est transformée dans sa plus grande partie en tube digestif ; après occlusion des lèvres de cette gouttière, l'intestin duodénal présente, au niveau du point d'où sont partis les diverticules hépatiques, une dilatation assez considérable qui répond à la fermeture des parois de la gouttière hépatique. C'est dans cette dilatation, qui persiste un certain temps, que débouchent les diverticules hépatiques et pancréatiques ; si la partie ventrale de cette dilatation du futur duodénum s'isolait de la cavité intestinale, elle donnerait naissance à un véritable cholédoque englobant ou non l'orifice des diverticules pancréatiques ventraux. Ce phénomène ne se produit ni chez le Canard, ni chez la plupart des Oiseaux. Une faible partie de cette dilatation peut cependant contribuer à l'accroissement des conduits hépatiques ; chez un embryon de 102 heures environ, j'ai trouvé en effet l'un des diverticules pancréatiques ventraux débouchant dans le conduit hépatique caudal ou cystico-entérique, à son extrémité proximale, près du point où ce canal se jette dans l'intestin. Dès le sixième jour de l'incubation, il n'est plus possible de trouver, chez les embryons de Canard, de traces de cette dilatation.

L'existence de trois diverticules pancréatiques ventraux isolés l'un de

---

1. A. Weber, Sur les origines des ébauches pancréatiques chez le Canard. (*Comptes rendus de l'Association des anatomistes* [4e session, Montpellier]. Nancy, 1902.)

l'autre persiste peu. De 100 à 110 heures d'incubation, la portion proximale des diverticules s'isole de l'intestin, par un phénomène d'enfoncement et de pédiculisation d'une portion de la paroi intestinale. Les trois petits canalicules s'ouvrent désormais dans un canal commun ébauche du conduit pancréatique ventral de l'adulte.

Très fréquemment cependant, un des diverticules de l'ébauche pancréatique ventrale gauche échappe à cet englobement dans un conduit excréteur commun, et reste isolé entre les deux ébauches pancréatiques ventrales et l'abouchement des conduits hépatiques, sous forme d'un petit bourgeon creux qu'il est possible de retrouver jusqu'à des stades très avancés du développement, peut-être même chez l'adulte. Contrairement aux dérivés des autres diverticules primitifs, ce petit bourgeon ne se ramifie pas et ne donne pas naissance à du tissu pancréatique ; mais, à un stade peu avancé de l'évolution des ébauches ventrales, la présence de ce bourgeon, assez développé entre les deux ébauches pancréatiques ventrales, pourrait faire croire à l'existence d'une troisième ébauche pancréatique accessoire.

Le tissu pancréatique né de l'ébauche dorsale, se fusionne vers la 120e heure avec le bourgeon pancréatique ventral droit. Plus tard, l'ébauche pancréatique ventrale gauche se soude aussi à la masse précédemment constituée.

Les changements de rapports des canaux pancréatiques sont dus à ce moment à la formation de l'anse duodénale telle qu'on la trouve chez le Canard adulte.

Le conduit pancréatique dorsal se jette près du sommet de l'anse précitée dans la branche ascendante du duodénum ; les deux conduits ventraux pénètrent dans la paroi intestinale, dans la partie moyenne de la branche ascendante du duodénum, et viennent déboucher de chaque côté d'une papille arrondie sur laquelle se trouvent les orifices des canaux hépatiques. Bientôt, les conduits pancréatiques ventraux se déplacent légèrement par rapport au point où les canaux biliaires traversent la paroi duodénale ; de latéraux qu'ils étaient, ils viennent aborder l'intestin à un niveau un peu plus rapproché de l'estomac que celui où se jettent les voies biliaires.

A la 240e heure d'incubation, on trouve encore un petit canal qui représente le conduit pancréatique dorsal ; mais, vers la 290e heure, il a complètement disparu. L'état adulte des conduits pancréatiques du Canard est constitué.

ISTITUTO ANATOMICO DELLA R. UNIVERSITÀ DI SIENA
(Prof. S. BIANCHI)

SULL' APPARATO NERVOSO DI TIMOFEEW
OD
APPARATO ULTRATERMINALE NEI CORPUSCOLI DEL MEISSNER
DELLA CUTE UMANA

PER IL

Dott. ANGELO RUFFINI

LIBERO DOCENTE D'ISTOLOGIA NORMALE E SETTORE-CAPO

In due precedenti communicazioni (10, 11) feci conoscere i risultati da me ottenuti su questo argomento.

Uscendo per un momento e necessariamente dall' argomento speciale che mi occupa per entrare in un altro del tutto affine, devo con molta compiacenza notare il fatto che dall' epoca in cui pubblicai la mia Nota (9) nella quali dimostravo di aver osservato, nelle piastre motrici dell' uomo, fibrille che si potevano seguire al di lá della espansione nervosa medesima ed alle quali diedi il nome di *fibrille ultraterminali,* altri esperti ricercatori, quali Crevatin (14), Sommariva (16), Fusari (17), Perroncito (19), ecc., hanno ritrovato il medesimo fatto in piastre motrici di altri Vertebrati (Ciclostomi, Anfibii, Rettili, Mammiferi). Mentre peró, come dicevo, questi osservatori sono meco d'accordo nel riconoscere giusto il fatto da me primo messo in luce nell' uomo, non trovano giusta la denominazione che mi piacque dare a queste fibrille (Fusari, Crevatin, Perroncito) ed alcuni di essi (Crevatin e specialmente Perroncito) sostengono che queste fibrille siano specialmente deputate a fornire le terminazioni di moto ai fusi neuro-muscolari. In un lavoro di prossima pubblicazione e giá comunicato [1] parleremo ampiamente di questo rapporto delle *fibrille ultraterminali* coi fusi neuro-muscolari. Riguardo alla denominazione, piacerebbe meglio ai predetti osservatori di cambiarla coll' altra da loro concordemente proposta : *fibre o fibrille collaterali.* Io ho molto pensato alle possibili ragioni che potrebbero militare contro alla mia denominazione ed in favore di quella proposta dagli osservatori giá ricordati, ma non ne ho trovate. Che se a carico della denominazione da me proposta si accampasse per avventura il sospetto di aver voluto legare la

1. A. Ruffini e G. Picconi, Sulla fine anatomia dei fusi neuro-muscolari nell'uomo neonato. (*Atti d. R. Accad. dei Fisiocritici in Siena,* Ser. IV, vol. XIII, 1901.)

mia denominazione alle idee che Apáthy si compiacque esprimere nella mia stessa nota, io rimando il lettore ai due ultimi capoversi di quella nota (9).

Io credo che lo studio delle *fibrille ultraterminali* delle piastre motrici sia ancora nella sua fase iniziale, che le osservazioni esistenti servano solo ad indicare il fatto ma non a risolverlo e che nuove e piú accurate indagini, fatte con metodi piu fini e con intenti piú larghi, siano indispensabili per studiare e trovare le modalitá e l'estensione del fatto medesimo.

Timofeew (1) nel 1895 descrive e figura con molta chiarezza e diligenza un fatto assolutamente nuovo, osservato sui corpuscoli di Pacini che stanno attorno alla prostata e nella mucosa della porzione prostatica e membranosa dell' uretra di alcuni Mammiferi. In questi corpuscoli egli vede attorno alla loro ben nota terminazione centrale una seconda terminazione, un secondo apparato filamentoso (Fadenapparat) che circonda tutto all' intorno la terminazione centrale, senza contrarre con essa anastomosi. Queste due terminazioni provengono da due fibre nervose distinte : — grossa e schiettamente mielinica quella della terminazione centrale, sottile e con guaina mielinica non sempre chiaramente dimostrabile quella del *Fadenapparat*.

Dogiel (12, 13), Sokolow (5), G. Sala (6, 18) e Crevatin (7) descrissero successivamente la stessa particolaritá anatomica in corpuscoli di Pacini classici ed in talune delle loro varietá (Herbst, Golgi-Mazzoni) posti in altre localitá (peritoneo, connettivo sottocutaneo, centro tendineo del diaframma, ecc.).

Dogiel e Willanen (4) e P. Sfameni (8) osservarono il medesimo fatto nei corpuscoli del Grandry.

Io (2, 3, 10) descrissi e figurai fibrille sottilissime che si trovano attorno agli organi nervosi da me illustrati, senza peró aver trovato che dette fibrille provenissero da una fibra nervosa speciale, come accade in tutti i casi riferiti dagli altri osservatori, e vidi pure fibrille sottilissime in relazione di continuitá colle fibre costituenti le anse avviticciate delle papille vascolari. Di piú riuscii successivamente a dimostrare come anche i corpuscoli del Meissner posseggano il secondo apparecchio filamentoso (*Fadenapparat*), derivante da fibre nervose morfologicamente differenti da quella o da quelle che danno la terminazione propria di questi medesimi corpuscoli.

Anche Majocchi (15) parla di un *plesso follicolare ultraterminale* nei peli tattili. In questo caso peró, per quanto é dato giudicare dalla breve nota preliminare che l'A. ha pubblicato su quest' argomento, l'attributo di ultraterminale non mi sembra adoperato nel senso nel quale deve essere inteso, o, per lo meno, nel quale io lo intendo.

Dunque riassumendo in poche parole i risultati delle osservazioni che possediamo fino ad oggi, si puó dire che : — *nei corpuscoli di* Pacini, *di* Herbst, *di* Golgi-Mazzoni, *di* Grandry *e di* Meissner *esistono certamente due apparati nervosi provenienti da due qualitá di fibre nervose. L'uno di questi*

apparati è quello giá noto, posto nel centro di ciascun corpuscolo, l'altro per contro trovasi all' esterno del primo e lo circonda piú o meno strettamente. Quindi l'uno starebbe all' altro come il contenuto al contenente. Delle fibre nervose quella che dá la nota terminazione centrale del corpuscolo é sempre manifestamente mielinica e grossa, l'altra che fornisce il caratteristico apparato esterno è sempre molto sottile e la mielina non vi si puó sempre dimostrare.

Questi i fatti positivamente osservati da tutti.

Per cui sostanzialmente le osservazioni posteriori a quella di Timofeew non hanno fatto che allargare ad altre forme corpuscolari quegli stessi fatti che egli osservó sui corpuscoli di Pacini. Quindi non sarebbe esatto seguire l'esempio di S. Ramón Cajal nel fare una varietá speciale di quei corpuscoli, mentre é cosa non solo esatta ma giusta e doverosa che l'apparato nervoso in discorso, il *Fadenapparat*, prenda nome dallo scopritore.

Ecco perché io l'ho indicato col nome di : *Apparato nervoso di* Timofeew e propongo che venga accettato da tutti. Ho anche voluto conservare l'appellativo di *ultraterminale*, in ordine ad alcune idee da me espresse in altro articolo (10).

***

Colla presente nota io mi propongo di illustrare brevemente il modo di comportarsi dell' apparato nervoso di Timofeew sui corpuscoli del Meissner della cute umana. Tenue contributo, ricavato solo dallo studio della mia vecchia collezione di preparati.

Sarebbe stato mio desiderio di tentare nuove reazioni per meglio studiare alcune particolaritá ed alcuni rapporti, che restano qui semplicemente accennati ma non risolti; ma le presenti mie occupazioni non consentendo di occuparmi in modo speciale di questo genere di ricerche, ho deciso di pubblicare, cosi come sono, i pochi fatti raccolti.

Come lo dimostrano chiaramente le figure 1, 2 e 3, l'apparato di Timofeew, rispetto alla terminazione centrale, si comporta, nei corpuscoli di Meissner, come nelle altre forme corpuscolari. Le poche differenze che potrebbero notarsi nel modo suo di disporsi nel caso notro, rispetto alle altre forme, vanno, io credo, attribuite alla necessitá di adattamento alle singole forme corpuscolari. Essenzialmente peró mi pare che il fatto rimanga sempre invariato.

La differenza morfologica che corre fra l'apparato di Timofeew e la terminazione centrale propria di questi corpuscoli é evidentissima.

Il carattere che primo e maggiormente risalta all' occhio dell'osservatore é la grossezza delle fibre nervose pallide ; grossezza che rimane sempre molto manifesta tanto nelle varicositá cilindrassiali, quanto nei tratti piú sottili fra esse interposte. Per cui abbiamo che le fibre pallide dell'intreccio terminale

della terminazione centrale sono assai piú grosse di quelle che formano l'apparato di TIMOFEEW.

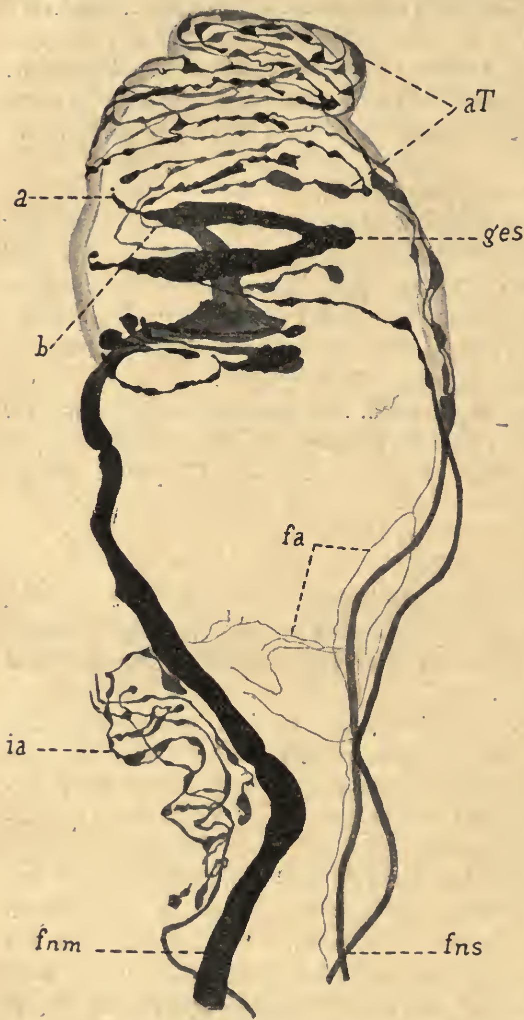


FIG. 1. — Corpuscolo di MEISSNER bilobato nella cute dei polpastrelli delle dita umane. (Oc. 18 comp., obb. 3,0 mm. apert. 1,30, immers. omog. Zeiss × 1500)[1].
aT, apparato di Timofeew; *fa*, fibrille amieliniche sottilissime di cui non é chiara la provenienza; *fnm*, grossa fibra nervosa mielinica della terminazione primaria; *fns*, fibre nervose sottili dell'apparato di Timofeew; *ges*, giri elico-spirali della terminazione centrale propria del corpuscolo; *ia*, intreccio di fibre amieliniche varicose, di cui non é chiara la provenienza.

Un altro carattere differenziale sta in ció, che mentre le fibre pallide della terminazione centrale assumono nell'interno della sostanza granosa quella caratteristica disposizione che io e DOGIEL illustrammo e che io denominai: *giri elico-spirali* della fibra pallida, le fibre amieliniche dell'apparato di TIMOFEEW per contro girano e s'intrecciano disordinatamente fra loro. Non formano un reticolo nello stretto senso della parola, ma si anastomizzano con una certa frequenza e nel punto nodale si osserva quasi costantemente una varicositá.

Delle due espansioni nervose é anche caratteristica la posizione rispetto alla sostanza granosa che riempie l'ambito di ciascun lobulo del corpuscolo. A tale proposito noi osserviamo come la terminazione a fibre grosse occupa preferibilmente la parte centrale, mentre l'apparato di TIMOFEEW occupa preferibilmente quella periferica della detta sostanza granosa. Ambedue le volte ho ado-

1. Tutte le figure furono accuratamente disegnate con la camera lucida Koristka.

perato non a caso l'avverbio *preferibilmente*, perché mentre le volute della terminazione centrale possono qualche volta toccare la parte piú periferica della sostanza granosa, le fibrille dell'apparato di Timofeew alla loro volta possono spingersi verso la parte piú centrale della medesima sostanza. Per stabilire con tutta sicurezza questo fatto e per meglio studiare questi spostamenti reciproci dei due apparati, sarebbe stato necessario praticare sezioni

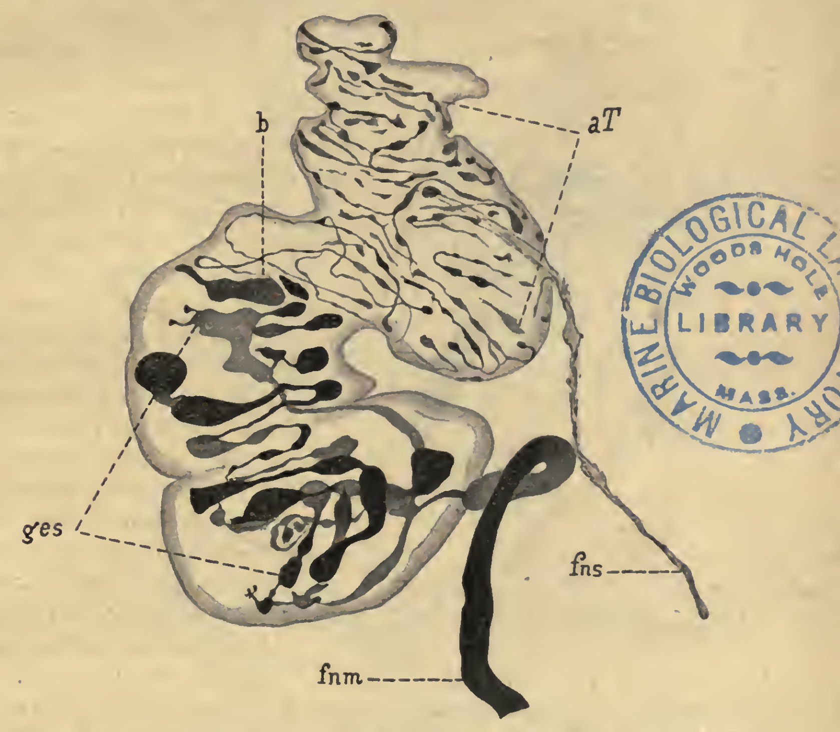


Fig. 2. — Corpuscolo di Meissner trilobato. Ingrandimento ed indicazioni come sopra.

trasversali in serie di un buon numero di corpuscoli; il che to non ho potuto fare per la ragione giá detta.

Fra questi due apparati esiste un carattere morfologico comune ed é che l'espansione amielinica risulta composta di varicositá e di tratti sottili succedentisi a vicenda. Ma peró anche in questo troviamo la sua differenza, in quanto che nell'apparato centrale varicositá e stratti sottili sono di gran lunga piú grossi delle varicositá e dei tratti sottili dell'apparato di Timofeew.

Un fatto apparentemente strano risalta subito all' occhio di chi osserva le nostre figure 1, 2 e 3. L'apparato centrale pare finisca lá ove incomincia quello di Timofeew; di modo che si sarebbe indotti a credere che l'esistenza

dell'uno escludesse quella dell'altro. Ma in realtá io mi son potuto convincere che quest' apparenza é certamente dovuta alla reazione aurica. Sta di fatto che nella impregnazione aurica di questi corpuscoli possiamo avere cinque diversi risultati : 1) la reazione avviene completa esclusivamente sulla terminazione centrale (ció accade nella grande maggioranza dei casi); 2) avviene parzialmente nei due apparati (*fig. 1, 2 e 3*) ; 3) avviene nel solo apparato di Timofeew (caso molto raro); 4) si possono avere reazionate poche fibrille appartenenti ad un punto limitatissimo dell'apparato di Timofeew, in qualche corpuscolo dove la reazione dell'apparato centrale sia avvenuta completa (*fig. 4*); 5) si possono finalmente vedere fibrille sottilissime provenienti dalle vicinanze immediate di un corpuscolo e decorrenti tortuosamente nel connettivo papillare e subpapillare (*fig. 5*). Date queste variazioni nella riescita della reazione, é facile convincersi che nel caso nostro i fatti testé riferiti debbano, come dissi, ascriversi alla reazione aurica piuttosto che ad un fatto veramente e puramente morfologico.

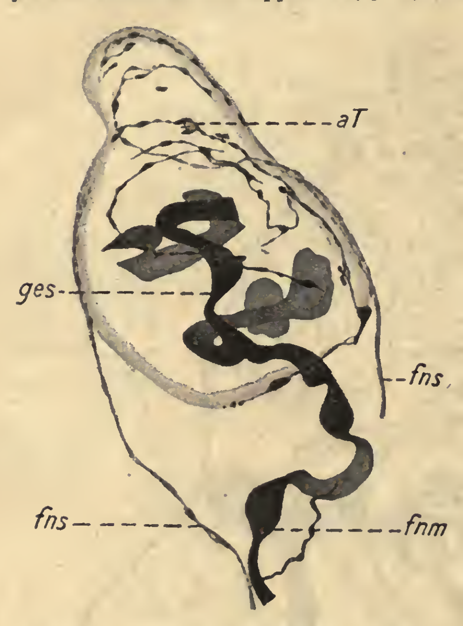


Fig. 3. — Corpuscolo di Meissner monolobato. Ingrandimento ed indicazioni come sopra.

Evidentissima appare la differenza esistente tra le fibre nervose che vanno a formare i due apparati.

La fibra dell'apparato centrale é quale noi giá conosciamo da molto tempo. Grossa, munita di una guaina mielinica molto evidente, fornita di strozzamenti anulari e di uno strozzamento preterminale prima di diventare fibra pallida.

La fibra dell'apparato di Timofeew é sempre molto sottile rispetto all'altra. In quella dei corpuscoli di Meissner io non sono riescito a dimostrare la presenza di guaina mielinica né, com'é naturale, gli strozzamenti anulari, né quello preterminale.

Sappiamo di giá come le fibre mieliniche della terminazione centrale possono essere spesso numerose e provenienti quasi sempre dalle divisioni di una sola grossa fibra. Per le fibre dell'apparato di Timofeew non saprei dir nulla a tal proposito, perché sui pochi preparati che possiedo non mi é riescito di poter stabilire nulla di positivo. Quello peró che posso dire é che esse



FIG. 4. — Corpuscolo di MEISSNER plurilobato. Per non complicare di troppo la figura non fu disegnata la terminazione centrale propria. Si disegnarono le grosse fibre nervose mieliniche fin poco al di là dello strozzamento preterminale. I lobi del corpuscolo sono indicati dal contorno sfumato. (Oc. 12 comp., obb. 3,0 mm. apert. 1,30, immers. omog. Zeiss × 1 000).

fia, fibrille disposte anularmente attorno ad un lobulo del corpuscolo; *F*, *F'*, *F''*, sottili fibre pallide che vanno a formare separatamente tre Fiocchetti papillari. — Le altre indicazioni come sopra.

non sono molto numerose e che di solito si accompagnano in basso alla fibra od alle fibre grosse, decorrendo spesso in un sol fascio, senza anastomizzarsi mai fra loro, conservando perció la loro individualitá sempre.

Caratteristico é il modo di comportarsi delle fibre sottili in quel tratto che



Fig. 5. — Corpuscolo del Meissner monolobato con due lobuli accessori sull'apice. Anche in questa figura, per maggior chlarezza, furono dellneati i contorni del lobuli e le grosse fibre mlelinlche disegnate a mezza tinta fin poco al di lá dol relatlvi strozzamenti preterminali. (Oc. 4,45 mm., obb. 3,0 mm. apert. 1,30, lmmers. omog. Zeiss × 333).

a, punto dove la fibrilla amielinica si stacca dal corpuscolo ; *ia*, intreeclo amlelinlco formato dalla stessa fibrllla che in basso e più profondamente sl continua colla rete amlelinlca subpapillare ; *la*, lobulo accessorio. — Le altre indicazloni come sopra.

trovasi in immediata vicinanza della espansione terminale. In questo punto le sottili fibre generalmente subiscono, direi quasi, una scomposizione in sottilissime fibrille, non molto numerose e che nei preparati fatti colla mia reazione aurica si presentano come spezzettate e munite, a brevissimi inter-

valli, di rigonfiamenti cilindrassili estremamente sottili. I tratti lisci di queste fibrille corrispondono circa per grossezza ai tratti lisci delle fibrille nell'apparato di TIMOFEEW. Da questo sfibrillamento pare che nascano le sottili fibrille varicose dell'apparato medesimo.

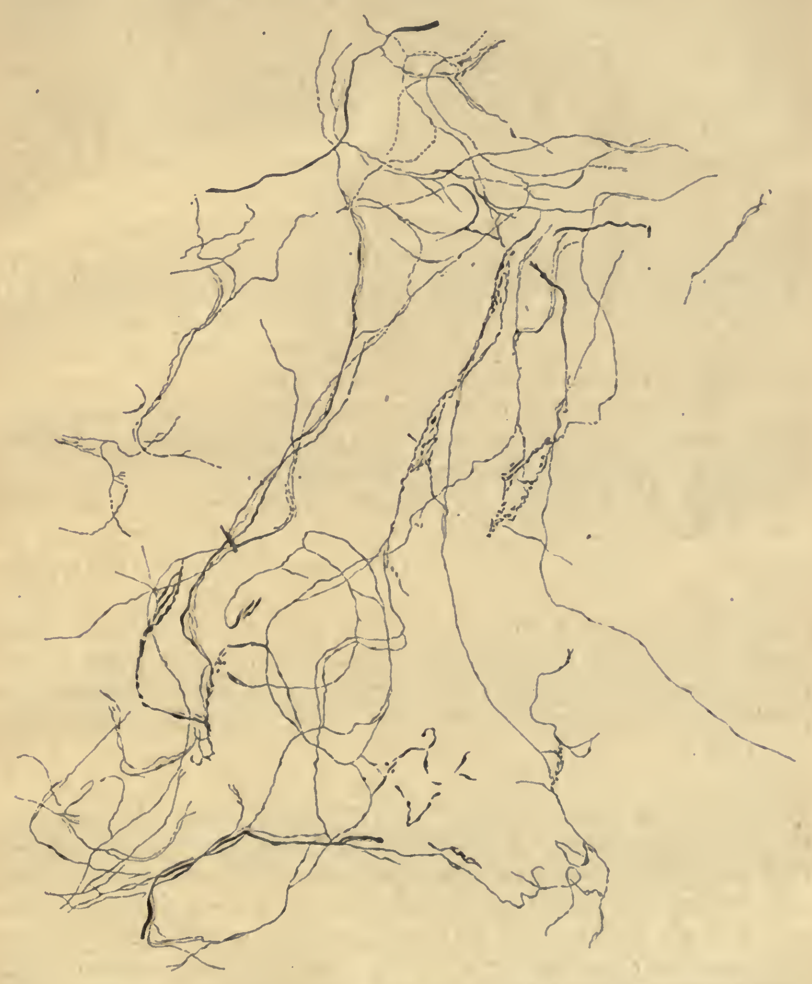


FIG. 6.—Bellissimo esempio di *Rete amielinica subpapillare* nello strato subpapillare della cute umana. (Oc. 4,45 mm., obb. 3,0 mm. apert. 1,30, immers. omog. Zeiss X 3)3.)

Fra l'apparato di TIMOFEEW e la terminazione centrale esiste relazione di continuitá o di contatto ?

Nei precedenti articoli io mi espressi recisamente, asserendo d'aver potuto dimostrare come fra le due terminazioni esistesse relazione di continuitá.

Esaminando successivamente i miei preparati ad un ingrandimento, di cui a quell'epoca non potevo disparre, ho dovuto, se non modificare completamente, certo attenuare molto il concetto reciso allora formatomi. Osservata difatti a forte ingrandimento la zona, diremo così, di passagio tra la terminazione centrale e l'apparato di Timofeew (*fig. 1 e 2*) e nei punti nei quali a me pareva d'aver veduta con certezza una continuitá tra le fibre amieliniche, si vede come tale continuitá non si possa dimostrare con assoluta certezza. In taluni punti (*fig. 1, a*) noi possiamo osservare come la fibra amielinica della terminazione centrale diventi sottile ed assuma i caratteri di una fibra dell'apparato di Timofeew con cui parrebbe realmente andasse a continuarsi, ma poco al di là di questo punto noi osserviamo una interruzione. Peró le due estremitá della fibrilla cosí interrotta trovansi sullo stesso piano ottico e l'interruzione, tanto frequente ad osservarsi in questo genere di reazioni, ha tutti i caratteri di una interruzione non naturale. In altri punti (*fig. 1 e 2, b*) abbiamo potuto osservarr, mediante un notevole ingrandimento, che la fibra della terminazione centrale e quella dell'apparato di Timofeew, nel punto dove pare che l'una si continui direttamente nell'altra, non sono sullo stesso piano ottico. Peró anche in questo caso non si puó escludere assolutamente che la continuitá esista in una parte posta piú profondamente ed al disotto di quella nella quale strisciano l'una accanto all'altra.

In considerazione adunque di questi fatti io debbo modificare il mio reciso giudizio altra volta manifestato, ma non posso, per le stesse ragioni giá espresse, assolutamente abbandonare l'idea della continuitá fra i due apparati nervosi.

D'onde provengono, o dove vanno le fibre nervose dell'apparato di Timofeew ? Altro quesito interessantissimo da risolvere. Io peró posso portare solo un tenuissimo contributo a questo speciale riguardo, né so quanto valore possano avere le poche osservazioni che andró esponendo. Consideriamo alcuni fatti.

Invece dell'apparato di Timofeew tipico, come alle figure 1, 2 e 3, in alcuni corpuscali noi abbiamo potuto osservare delle sottili e varicose fibre che vanno al corpuscolo o si staccano dal medesimo da un punto qualsiasi della sua periferia. Cosi ad es. abbiamo visto che cotali fibrille possono partire tanto dall'uno dei poli, piú spesso dall'interno, quanto da altro punto qualsialsi della sua periferia. Non mi é stato possibile, in tutti i casi, stabilire quale rapporto corra fra queste fibrille e la terminazione centrale. Nella figura 4 noi osserviamo come le fibrille in discorso si staccano dal mezzo circa del lobo interno di un corpuscolo e provengono da fibrille che circondano anularmente questa parte del lobo corpuscolare; tali fibrille anulari sono situate alla periferia del lobo e quindi sono esternamente poste alla terminazione centrale. Staccatesi dal corpuscolo, le fibrille prendono un decorso dall'esterno verso l'interno, verso cioé il polo interno del corpuscolo ; oltre-

passato di poco il qual punto si anastomizzano con una sottile e varicosa fibra, la quale da una parte (F') va immediatamente a formare un *fiocchetto papillare* (RUFFINI) mentre dall'altra si divide in due rami: uno esterno, che va a formare un altro fiocchetto (F) ed uno interno, che a sua volta si biparfisce in un ramo anastomotico ad un altra fibrilla che concorre a formare il fiocchetto F ed in un ramo che si dirige internamente verso il connettivo sottocutaneo. Sul lato sinistro di questa figura sono rappresentate altre fibrille decorrenti in diverso senso (alcune delle quali formano un terzo fiocchetto F'') le quali mettono capo ad alcune fibrille che si dirigono tutte verso l'interno per andare ad anastomizzarsi colla *rete amielinica subpapillare.* (RUFFINI.)

Nella figura 5 osserviamo una di queste fibrille provenïente dai pressi del polo esterno di un corpuscolo del MEISSNER; dopo breve cammino verso l'interno, va ad unirsi intimamente con un sistema di fibrille reticolate, decorrenti dappresso al corpuscolo medesimo, che volgono poi verso l'interno e vanno a mettersi in intimo rapporto di continuitá colla rete amielinica subpapillare.

Debbo ora aggiungere che sebbene io abbia dati due soli esempî di queste fibrille esili, provenienti dai corpuscoli del Meissner e contraenti i rapporti sopra descritti, tuttavia io ne osservai dei casi frequentissimi; tanto che in preparati nei quali la reazione sia riescita perfettamente, é difficile vedere un corpuscolo di MEISSNER sfornito di questo sistema di fibrille.

E se io ben giudico, a me parrebbe che in questi casi noi siamo davanti ad un fatto del tutto simile a quello illustrato dallo SFAMENI (8) nei corpuscoli del GRANDRY. Anche SFAMENI descrisse un sistema di finissime fibrille varicose decorrenti attorno ed accanto ai predetti corpuscoli, le quali fibrille andavano a prendere rapporto di continuitá con una rete amielinica diffusa posta specialmente verso la base delle papille della lingua dell'anitra.

In questi casi io ho potuto stabilire che se non sempre, peró spesso, si puó constatare come queste esili fibrille facciano capo alla rete amielinica subpapillare, da me giá illustrata in altro lavoro (3) e di cui, nella fig. 6 che accompagna questo articolo, ho voluto riprodurre un esemplare molto bello e chiaro.

Mentre adunque nei casi descritti abbiamo potuto dare una risposta alla domanda che ci siamo rivolta, negli altri casi per contro in cui esiste un apparato di TIMOFEEW tipico a me non é mai capitato di osservare né che le fibrille contraggano rapporto colla rete amielinica subpapillare, né quali altri rapporti esse vadano a contrarre verso l'interno.

Ora si potrá chiedere con ragione se nei frequenti casi ultimamente riferiti (*fig. 4 e 5*) si tratti di una cosa essenzialmente diversa dall'apparato di TIMOFEEW, oppure se si tratti piuttosto di una parziale manifestazione dell'apparato di TIMOFEEW medesimo.

Non mi sento autorizzato a rispondere in un modo qualsiasi a tale domanda, perché per quanto accuratamente abbia osservato i miei preparati, non mi é riescito di decidermi in favore di una fra le due questioni posteci. E se pensiamo anche che noi siamo davanti ad una reazione metallica la quale puó darci, come tutte le altre, dei risultati incostanti e parziali, possiamo subito convincerci che ogni giudizio a questo riguardo sarebbe imprudente.

Considerazioni.

Fin qui i fatti. Ora pochi cenni sulla interpretazione dei medesimi.

Benché io abbia dichiarato in principio di questo articolo di non potermi occupare delle fibrille ultraterminali nelle piastre motrici, né del valore da attribuire alle osservazioni ed interpretazioni che da altri osservatori furono portate contro le osservazioni ed interpretazioni mie, tuttavia stimo necessario riprodurre un mio concetto sintetico che allora enunciai sotto forma di aforisma (9). Ció servirá per stabilire il parallelismo coi fatti che si osservano nelle terminazioni di senso.

A proposito delle quali ultime mi propongo di chiarire alcuni concetti da me espressi in altro lavoro (10); concetti che non furono intesi nel senso nel quale io li esposi.

« *Le piastre motrici nell'uomo non rappresentano la terminazione vera e propria dei nervi motori, perché al di lá delle stesse esiste una continuitá anatomica ben dimostrabile, determinata da fibrille nervose amieliniche, di cui non conosciamo ancora gli ultimi rapporti.* »

« *Le terminazioni nervose di senso nell'uomo ed in altri vertebrati, non rappresentano la terminazione vera e propria delle fibre nervose sensitive, perché al di lá delle stesse esiste una continuitá anatomica ben dimostrabile, determinata da fibrille nervose amieliniche, presentantisi con diverse modalitá morfologiche, di cui non conosciamo ancora gli ultimi rapporti.* »

Questo secondo aforisma, dopo le osservazioni piú accurate da me fatte ed esposte in questo articolo, deve necessariamente essere cosí modificato :

Le terminazioni nervose di senso, nell'uomo ed in altri vertrebrati, non rappresentano la terminazione vera e propria delle fibre nervose sensitive, perché al di lá delle stesse esiste od un apparato nervoso (Timofeew) *od un sistema di fibrille, per caratteri morfologici differenti, che si associano alla terminazione medesima* (*non sappiamo se per continuitá o per contatto*) *delle quali non conosciamo ancora gli ultimi rapporti.*

Analizzando questi aforismi senza preconcetti e presi cosí come sono, noi vediamo che con essi io ho voluto sintetizzare il puro e semplice fatto anatomico, senza preoccuparmi di voler portare appoggio a questa od a quella teoria. Io sostanzialmente ho detto che al di lá delle terminazioni di moto e di senso esistono delle fibrille od un sistema di fibrille nervose che o per

continuitá o per contatto stabiliscono una continuazione o anatomica (continuitá) o funzionale (contatto) oltre i limiti della terminazione nervosa stessa; da ció l'attributo di *ultraterminali*.

Dunque se io in base a questo fatto ho asserito che oggi non si puó piú parlare di una terminazione nervosa, come se ne sarebbe potuto parlare ieri, non ho detta, mi pare, una eresia. Ma qualche osservatore, compreso dallo spavento che questo fatto potesse in qualche modo scuotere una vecchia fede e portare un favorevole vantaggio alla *reproba* teoria dell'Apáthy, é andato oltre la mia stessa intenzione. E tanto é ció vero che mentre io prudentissimamente ho detto che di queste fibrille non conoscevamo gli ultimi rapporti, come veramente non li conosciamo ancora, qualcuno si é affannosamente affrettato di seppellire (senza riescirvi) il concetto racchiuso nel fatto, generalizzando qualche speciale rapporto a noi giá noto per diligenti ed accurate osservazioni anteriori. Noi in altra occasione daremo la piú chiara prova della fallacia nelle osservazioni appassionate dei nostri oppositari.

Ció per la parte puramente anatomica. Passiamo ora a dire qualche cosa della parte interpretativa.

I nuovi ed interessantissimi fatti che l'analisi minuta va mettendo in luce, non potevano non parlare anche al mio spirito. E cosí mi affrettai ad esporre senza ambiguitá quello che io ne pensavo.

Timofeew stesso non poté fare a meno di cercare qualche spiegazione del fatto nuovissimo che si presentava sotto la sua osservazione ed emise l'ipotesi che il *Fadenapparat* dipendesse da speciali e distinte cellule nervose; ipotesi alla quale si associa lo stesso S. Ramón Cajal.

Per me tale ipotesi non regge, molto piú che oggi vediamo questa disposizione diventare tanto estesa da poterla considerare come generale per le terminazioni di senso. Ma specialmente un'altra considerazione non mi rende favorevole ad accettare questa ipotesi, ed é lo studio dei caratteri morfologici dell'apparato di Timofeew e delle fibre nervose dalle quali esso é dato, non che delle fibrille descritte da Sfameni sui corpuscoli di Grandry e da me su quelli di Meissner.

Lo dissi altra volta (10) e lo ripeto anche qui che da questo studio io riportai la convinzione trattarsi di fibre nervose simpatiche. Ossia che mentre la terminazione centrale proviene indubiamente dalle fibre spinali, l'apparato di Timofeew e le fibrille sarebbero di origine simpatica. Questi fatti adunque, uniti alla predetta interpretazione, starebbero a provare *la connessione periferica* (contatto o continuitá) *tra le fibre nervose spinali di senso e le fibre nervose simpatiche.*

Tale é il concetto che io mi son formato. Mi si accuserá di imprudenza e di aver emesso un guidizio troppo avanzato?

E se anche ció fosse, io penso che nella nostra scienza un'idea avanzata determina quasi sempre un richiamo di nuove attivitá, uno sviluppo di ener-

gie nuove, uno stimolo a perfezioni sempre maggiori dei nostri metodi. E questo capitolo merita invero che venga studiato molto e bene, perché dietro questi fatti io vedo una gran luce. Perché dunque voler soffocare uno studio cosi interessante, proprio nel suo sorgere ? Io saró molto felice se riesciró a trasfondere nell'animo dei ricercatori tutto quello che sento riguardo al grande interesse che in me destano questi primi risultati, anche a costo di sentirmi accusatodi essere eccessivamente teorico e fantastico.

Per me un anatomico senza idee é come un corpo senz'animo, un organismo senza cervello. Valgono piú due fatti bene interpretati che cento osservazioni sovrapposte come pietre senza cemento. Ogni fatto ha il suo significato e chiunque si sforza di svelarlo o trovarne il legame coi fatti vicini, compie opera saggia ed utile.

D'altro canto perché voler condannare questa giusta, grande, imperiosa necessitá del nostro cervello ?

Non accettare supinamente, né ripudiare con sdegno, ma provare, osservare, pensare. Qui sta il vero, il grande progresso della scienza. Il metodo contrario é il piú pericoloso dogmatissimo.

Siena, 17 Luglio 1902 (reçu le 1er décembre 1902).

NOTA. — Questo lavaro era stato gia scritto, quando lo Studente GIULIO CECCHERELLI fece la interessantissima scoperta dei rapporti di continuitá tra le fibrille ultraterminali delle piastre motrici nei muscoli linguali della *Rana esculenta* ed una rete nervosa amielinica, posta nel perimisio e nel connettivo sottomucoso. (G. CECCHERELLI, *Sulle piastre motrici e sulle fibrille ultraterminali nei muscoli della lingua di Rana esculenta. Monit. zool. ital.* Anno XIII, n° 9, 1902.) Dell'alto valore che ha l'osservazione del CECCHERELLI diró in avvenire, quando cioé il CECCHERELLI stesso avrá resa di pubblica ragione la prima parte delle sue ricerche, giá inviata alla stampa.

BIBLIOGRAFIA

1. D. TIMOFEEW, Ueber eine besondere Art von eingekapselten Nervendigungen in den männlichen Geschlechtsorganen bei Säugethieren (*Anat. Anzeig.*, Bd XI, n° 2, 1895).
2. A. RUFFINI, Ulteriori ricerche sugli organi nervosi terminali nel connettivo sottocutaneo, ecc. (*Ricerche fatte nel Lab. di Anat. norm. d. R. Univ. di Roma*, ecc. Vol. V, fasc. 3, 1896, p. 194).
3. — *Sulla presenza di nuove forme di terminazioni nervose nello strato papillare e subpapillare della cute dell'uomo*, ecc. (Tipografia Editr. S. Bernardino. Siena, 1898, p. 10 et 12).
4. A. S. DOGIEL und K. WILLANEN, Die Beziehungen der Nerven zu den Grandry'schen Körperchen (*Zeitschr. f. wissensch. Zoologie*, Bd LXVII, Heft 3, 1899).
5. A. SOKOLOW, Zur Frage über die Endigungen der Nerven in den Vater-Pacini'schen Körperchen (*Anat. Anzeig.* Bd XVI. N.· 17 und 18, 1899).
6. G. SALA, Ricerche intorno alla struttura dei corpuscoli di Pacini (*Bollet. d. Societá Medico-Chirurca di Pavia*, seduta 9 Giugno, 1899).

7. F. Crevatin, Di alcune forme di corpuscoli nervosi del connettivo sottocutaneo e della loro struttura (*Rendic. delle Sessioni d. R. Accad. delle Scienze dell'Istit. di Bologna.* Anno 1899-1900).

8. P. Sfameni, Di una particolare reticella nervosa amielinica esistente intorno ai corpuscoli del Grandry (*Annali di Freniatria e Scienze affini,* 1900).

9. A. Ruffini e S. Apáthy, Sulle fibrille nervose ultraterminali nelle piastre motrici dell'uomo (*Rivista di Patol. nervosa e mentale,* Vol. V, fasc. 10, 1900).

10. A. Ruffini, Le fibrille nervose ultraterminali nelle terminazioni nervose di senso e la teoria del neurone (*Rivista di Patol. nervosa e mentale.* Vol. VI, fasc. 2, 1901).

11. — Le fibrille ultraterminali nei corpuscoli del Meissner dell'uomo ed in altre terminazioni di senso di alcuni vertebrati (*Atti d. R. Accad. dei Fisiocritici in Siena,* S. IV, Vol. XIII, p. 66, 1901).

12. A S. Dogiel, Zur Frage über den Bau der herbst'schen Körperchen und die Methylenblaufixierung nach Bethe (*Zeitsch. f. wissensch. Zoologie.* Bd LXVI, Heft 3, 1899).

13. — Die Nervendigungen im Bauchfell, in den Sehnen, den Muskelspindeln und dem Centrum tendineum des Diaphragmas, etc. (*Archiv f. mikroskop. Anat. u. Entwick.* Bd LIX, Octob. 1901).

14. F. Crevatin, Sulle fibrille nervose ultraterminali (*Rendic. delle Sessioni d. R. Accad. d. Sc. dell'Ist. di Bologna.* Anno 1900-1901).

15. D. Majocchi, Intorno alle terminazioni dei nervi nei peli dell'uomo e d'alcuni mammiferi (*Rendic. delle Sessioni d. R. Accad. d. Sc. dell'Istit. d. Bologna.* Anno 1900-1901).

16. D. Sommariva, Contributo allo studio delle terminazioni nervose nei muscoli striati (*Monit. zool. ital.* Anno XII, n° 12, 1901).

17. R. Fusari, Terminaisons nerveuses dans les muscles striés, dans l'épiderme et dans l'épithélium de la cavité buccale de l'*Ammocœtes branchialis* (*Comptes rendus de l'Association des anatomistes,* 3e session, Lyon, 1901. — Comm. fatta alla *R. Accad. di Med. di Torino.* Febbraio 1901).

18. G. Sala, Nuove ricerche sui corpuscoli di Pacini (*Bullet. d. Società medico-chirurgica di Pavia.* Seduta 3 Maggio 1901).

19. A. Perroncito, Sulla terminazione dei nervi nelle fibre muscolari striate (*Rendic. d. R. Istit. Lomb. di Sc. e Lett.* Serie II, Vol. XXXIV, 1901. — *Bollet. d. Soc. medico-chirurgica di Pavia.* Seduta 1 Febbraio 1901. — *Arch. ital. de Biologie,* T. XXXVI, fasc. II, p. 245-251, ecc.).

20. Grabower, Ueber Nervenendigungen im menschlichen Muskel (*Arch. f. mikr. Anat. u. Entwick.* Bd LX, 1. Heft, 1902). [Ho citato questo lavoro perché mi sembra che l'A. pur non conoscendo affatto i lavori fatti in questi ultimi tempi, abbia visto e disegnato qualche caso, in cui mi é parso ravvisare fibrille ultraterminali, Taf. I, fig. 5, 13.]

21. H. Rossi, Sur les filaments nerveux (fibrilles nerveuses ultraterminales) dans les plaques motrices de *Lacerta agilis* (*Le Névraxe,* vol. III, fasc. 3).

33. A. Perroncito, Studi ulteriori sulla terminazione dei nervi nei muscoli a fibre striate (*Rendic. Istit. Lomb. Sc. e Let.* Vol. XXXV, s. 2, fasc. 16, 1902).

23. G. Ceccherelli, Sulle piastre motrici e sulle fibrille ultraterminali nei muscoli della lingua di *Rana esculenta* (*Monit. zool. ital.* Anno XIII, n° 9, 1902).

MODIFICATIONS HISTOLOGIQUES

DU

PANCRÉAS CHEZ LE COBAYE

APRÈS EXCLUSION PARTIELLE

Par A. GONTIER DE LA ROCHE

MONITEUR DES TRAVAUX PRATIQUES D'HISTOLOGIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LILLE

Dans une précédente communication à la Société de Biologie (juillet 1902) en collaboration avec M. le professeur LAGUESSE, nous avons relaté et interprété quelques expériences de ligature du pancréas chez le Cobaye. Des expériences nouvelles et une étude plus détaillée des anciennes nous engagent à reprendre et à étendre ici cette communication, en donnant quelques figures, nous réservant d'ailleurs de faire de nos observations l'objet d'un travail ultérieur plus complet.

WALTER SCHULZE semble avoir eu le premier l'heureuse idée de rechercher si les îlots de LANGERHANS ont une fonction différente de celle du reste de la glande, par la méthode indirecte de ligature des canaux pancréatiques Il montre (*Archiv. für. mikrosk. Anat.*, Bd 56, 1900) que, si les acini disparaissent de bonne heure dans un fragment de pancréas séparé du reste de la glande par une ligature en masse, mais néanmoins bien vascularisé, les îlots de LANGERHANS au contraire persistent intacts, et qu'on les retrouve encore tels quarante, cinquante, quatre-vingts jours après l'opération. Il en conclut que ce sont des formations indépendantes de la partie exocrine. Puisque, dit-il d'autre part, l'extirpation du pancréas amène le diabète, puisque l'atrophie qui suit la ligature ne le produit pas, ce sont bien les parties de la glande résistant à cette atrophie — les îlots par conséquent — qui exercent par leur sécrétion interne une influence sur l'utilisation des matériaux sucrés dans l'organisme. Il confirme ainsi pleinement la théorie émise depuis longtemps par M. le professeur LAGUESSE.

Un peu avant cette publication et indépendamment, SSOBOLEW, dans une communication préliminaire, annonçait en quelques mots qu'il observait la persistance des îlots chez le Lapin au vingtième jour après ligature du canal pancréatique à son embouchure. Récemment (*Virchow's Archiv*. 1902), il apportait de nombreux faits du même genre chez le Lapin et même le Chien et le Chat. Il trouvait encore les îlots quatre cents jours après l'opération chez le Lapin. Mais d'autre part, MANKOWSKY (*Archiv. für mikrosk. Anat.* 1902. Bd 59) refusait de s'associer aux conclusions de W. SCHULZE. Pour lui les îlots sont englobés dans la destruction au même titre que les acini.

Dès avant la publication de ces deux derniers mémoires, nous avions commencé (novembre 1901) avec M. le professeur Laguesse, et sous sa direction, des recherches pour vérifier les données de Schulze. Elles nous ont amené à des résultats sensiblement analogues.

Le procédé suivi dans ces expériences a été celui de ce dernier auteur avec quelques variantes. Craignant la régénération de la glande en suite de réfection du canal excréteur (fait souvent observé en effet par Ssobolew) nous avons isolé les fragments à étudier par section du pancréas entre deux ligatures, et avons pris soin d'écarter suffisamment ce fragment.

Nous avons étudié ces portions ainsi isolées chez des Cobayes sacrifiés un, deux, trois, sept, quatorze, quinze, trente, soixante, cent cinquante, trois cents jours après l'opération et avons pu relever les phénomènes suivants:

Après vingt-quatre heures: il n'y a pas de transformation appréciable. Les lobules sont simplement écartés par un œdème au sein duquel se sont produites quelques hémorragies. Les canaux excréteurs sont généralement dilatés. Il y a distension mécanique (par le suc retenu à leur intérieur) des plus fins canaux dont les sections apparaissent très nombreuses et très nettes sur les coupes. D'ailleurs, et pour la même raison, la lumière des acini est elle-même dilatée, mais on ne trouve pas de lésions nettes de leurs cellules. Les îlots sont intacts.

Les modifications survenues *après quarante-huit heures* sont beaucoup plus importantes. — La lumière des canaux les plus petits s'est encore agrandie et, d'autre part, leur assise épithéliale a notablement augmenté d'épaisseur. Cette transformation met fortement en lumière l'abouchement de ces canaux dans les acini.

Ceux-ci sont le siège d'altérations profondes dont le terme ultime est la destruction et la disparition de leurs éléments sécréteurs. La répartition des grains de zymogène est très irrégulière dans la plupart des acini; quelques cellules seulement ou même une seule en sont pourvues. Ils sont d'ailleurs moins nombreux, moins serrés dans chaque cellule, et l'on rencontre des cavités sécrétantes qui en sont totalement dépourvues.

La cellule principale subit une véritable fonte. De grosses vacuoles qui confluent et la dilacèrent apparaissent au sein de son protoplasma, qui peut encore subir une sorte de désintégration granuleuse aboutissant à son évacuation partielle dans la lumière. Il ne reste plus, bientôt, dans l'acinus qu'une fine dentelle formée aux dépens des limites protoplasmiques cellulaires plus résistantes et des cellules centro-acineuses intactes. Les noyaux ont subi d'ailleurs diverses altérations; ils sont gonflés, clairs, ou présentent des figures marquées de caryolyse; la nucléine se ramassant en un point, particulièrement en bordure du noyau.

Le dernier terme de ces lésions est, nous l'avons dit, la disparition totale des cellules de l'acinus. Il n'en reste plus que le contour marqué par la mem-

brane basale sur laquelle viennent s'étaler des cellules qu'à leur forme et à leurs caractères nous reconnaissons être les cellules centro-acineuses.

Cependant le tissu conjonctif s'organise, les grosses cellules fixes du pancréas normal sont plus apparentes et l'on y trouve de fréquentes figures de caryocinèse.

Les îlots sont intacts, les grosses cellules sombres, finement vacuolisées, et pauvres en chromatine, que nous appellerons désormais pour plus de commodité cellules du type II, y sont moins nombreuses et les noyaux des petites cellules (cellules du type I) plus rapprochés que sur le pancréas normal.

Au troisième jour, les éléments exocrines de la glande sont plus atteints encore. On trouve de nombreux acini en voie de disparition. Les acini détruits laissent à leur place des espaces vides qui ressortent en clair sur la coupe. Ces espaces clairs, encore peu nombreux au deuxième jour, sont ici très abondants et témoignent de la destruction en masse des utricules sécréteurs. Il a dû d'ailleurs en disparaître un très grand nombre déjà, car, le fragment ayant plutôt diminué de volume, les canaux de tout calibre d'une part, les vaisseaux sanguins et lymphatiques de l'autre, se sont notablement dilatés. Le sang extravasé remplit çà et là les espaces occupés précédemment par les acini, ses voies d'extravasation serviront sans doute de canevas à l'envahissement de la glande par le tissu conjonctif. — Quant aux îlots, ils paraissent au premier coup d'œil moins apparents. Ceci résulte simplement de ce que leur protoplasma moins coloré ressort moins sur le fond devenu plus clair, du pancréas. En réalité ils sont aussi nombreux et ne paraissent pas trop souffrir. On rencontre cependant çà et là de leurs cellules présentant des altérations dont nous décrirons plus loin les divers modes.

Au septième jour, le tissu conjonctif a découpé les lobules primitifs en une série de nodules épithéliaux plus petits. L'évolution de ce tissu conjonctif est très active et la fibrillation apparaît nettement déjà dans ses cellules, particulièrement autour des nodules auxquels il forme une sorte de coque, et à la périphérie du fragment. — Ces nodules sont composés presque uniquement (grands canaux et îlots mis à part) d'un grand nombre de tubes, dus à la transformation des canaux excréteurs normaux, dont ils n'ont plus les caractères et que nous ne saurions nommer du même nom. Ce sont des canaux à lumière large environ de 12 μ, bordée d'une assise de cellules dont la hauteur est de 6 μ en moyenne. Ces cellules sont polyédriques ou cubiques, nettement limitées. Le protoplasma clair très finement granulé prend peu les colorants. Il se teint en jaune pâle par le mélange de Van Gieson, en gris bleuâtre par le picro-indigo-carmin. Le noyau, ovale, occupe presque toute la hauteur de la cellule, les massettes nucléiniennes en sont très petites et peu nombreuses. Ces cellules sont de par leur aspect des cellules indifférentes ; nous appellerons les canaux dont elles bordent la lumière canaux ou tubes indifférents.

Les acini ont totalement disparu de ces fragments, et c'est là le fait important à relever.

Quant aux îlots, la raréfaction du tissu épithélial les fait apparaître ici plus nombreux, à surface égale, que dans le pancréas normal. Ils sont en général bien conservés, quelques-uns néanmoins présentent certaines altérations d'une partie (faible, il est vrai) de leurs cellules. Des vacuoles ap-

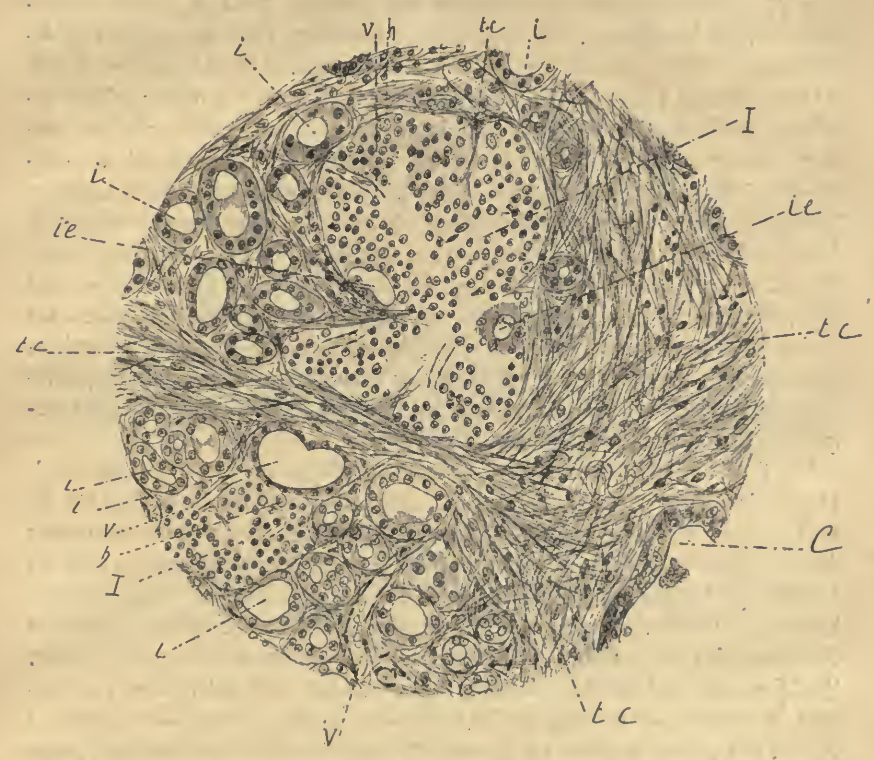


FIG. 1. — (Nachet. Obj. 6, oc. 2; Ch. cl., détails à l'immersion). Pancréas de Cobaye au quatorzième jour après la ligature.

I: îlot; *C*: grand canal excréteur; *i*, canal indifférent; *ie*, canal indifférent englobé par l'îlot; *h*, grosses cellules d'îlot; *tc*, tissu conjonctif; *v*, vaisseau.

paraissent au sein du protoplasma, ou bien celui-ci est le siège d'une désintégration granuleuse progressive. Finalement le noyau de la cellule est mis en liberté. Ce noyau lui-même peut être le siège de phénomènes de caryolyse. Plus souvent il y a éclatement en quelque sorte, et l'on trouve des massettes nucléiniennes libres ou rattachées à quelque fragment de noyau. Ces diverses lésions intéressent presque uniquement les petites cellules de l'îlot (type I).

Aux quatorzième et quinzième jours, le fragment paraît composé d'un nombre plus restreint de nodules plus petits. Le tissu conjonctif qui les découpe et les entame est devenu prépondérant. La fibrillation est nette partout; c'est un véritable tissu de sclérose qui paraît menacer la vitalité de tous les éléments qu'il enserre.

Ces nodules sont toujours composés en majeure partie de tubes indifférents (*fig. 1*). Le nombre en est manifestement diminué. Mais ils luttent activement contre la sclérose. Ils apparaissent tortueux, gibbeux, hérissés de diverticules, bourgeonnants, en voie d'accroissement. (Les caryocinèses y sont très fréquentes.) Ils sont ici moniliformes, là dilatés. On dirait qu'une sécrétion nouvelle s'est établie, dont la rétention à leur intérieur dilate certains canaux moins résistants. Ces tubes indifférents se terminent en culs-de-sac où commencent à se différencier des cellules nouvelles. Ces cellules, isolément ou par groupes, deviennent plus hautes, rétrécissant d'autant la lumière du canal. Leur base se colore d'une façon plus intense ; leur noyau présente des massettes nucléiniennes plus importantes et un nucléole assez gros. On trouve dans la partie de ces cellules qui regarde la lumière des grains que tous leurs caractères font présumer être des grains de zymogène, mais qui sont cependant plus petits, moins nombreux. Ces cellules ainsi différenciées sont assez rares, nous les rencontrerons bientôt beaucoup plus fréquentes et constituant des éléments nouveaux.

Les îlots sont plus nombreux à surface égale que sur le pancréas normal, et pour la même raison vraisemblablement que chez le sujet précédent. Ils sont souvent très irréguliers de forme ; ils débordent et englobent des canaux dont la paroi est le plus souvent respectée, mais est remplacée parfois en certains points par les cellules de l'îlot même, qui viennent y border directement la lumière. On rencontre ici un plus grand nombre d'îlots altérés et présentant les lésions déjà observées, particulièrement dans leur profondeur. Quelques-uns sont envahis par de grosses cellules conjonctives qui s'organisent en cloisons et découpent l'îlot. Mais le rapport général des cellules du type II aux petites cellules est normal et l'on trouve même çà et là de petits îlots uniquement composés de cellules du type II.

Au trentième jour, la graisse a envahi le tissu conjonctif de sclérose qui menaçait les divers éléments épithéliaux au quinzième jour. De ce tissu fibrillé, serré, il ne reste plus qu'une large bande périphérique d'où partent des travées qui vont soutenir et entourer les nodules. Ceux-ci renferment, outre les canaux indifférents, un grand nombre d'éléments nouveaux très voisins en apparence des acini de la glande normale, et dont nous avons déjà décrit les cellules. Mais ces éléments sont plus petits que les acini normaux, et il nous faut remarquer d'ailleurs que leur lumière est toujours beaucoup plus large, que leurs noyaux sont appliqués contre la base, et qu'ils ne présentent en aucun cas de cellules semblables aux cellules centro-

acineuses des acini du pancréas de Cobaye normal. Leurs caractères spéciaux et leurs fonctions assez différentes (il ne saurait plus guère en effet y avoir de véritable sécrétion externe, dans cette partie de l'organe dont les voies d'excrétion sont fermées) nous autorisent à leur donner le nom de pseudo-acini.

Notre figure 2 est destinée à fixer quelques-uns de ces pseudo-acini, ainsi que des formes de transition à partir du canal indifférent. On y verra que, dans ce fragment, les grains de zymogène sont aussi gros, aussi nombreux que ceux de l'acinus normal.

Les îlots paraissent beaucoup plus nombreux que normalement, et cette augmentation de nombre semble absolue, et non pas due seulement à la raréfaction considérable du tissu glandulaire ou au choix du fragment (Opie a montré, on le sait, que les îlots sont plus nombreux dans laqueue du pancréas).

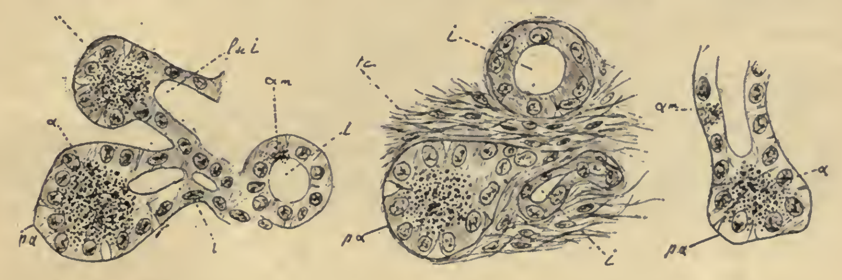


Fig. 2. — (Nachet. Obj. 9, oc. 6 compens. Ch. cl., détails immersion) pseudo-acini et canaux indifférents.

pa, pseudo-acinus; *i*, canal indifférent, *l de i*, lumière de canal indifférent; *a*, cellules de pseudo-acini avec leurs grains de zymogène; *am*, cellule de canal indifférent en voie de différenciation vers le type des cellules de pseudo-acinus.

Ils occupent le quart et même le tiers de la surface de section des nodules, et nous en voyons jusqu'à dix et douze dans un champ (Verick, obj. 2, oc. 2) alors qu'en rencontrer quatre serait difficile sur une superficie égale dans le pancréas normal.

Ces îlots sont ou très grands ou assez petits. Les petits îlots (les plus nombreux) sont formés en grande partie de cellules du type II dont la vacuolisation plus ou moins fine les fait apparaître plus ou moins sombres. Ils sont souvent mal limités et semblent des bourgeons de canaux indifférents auxquels on les trouve appendus. Il faut signaler encore d'autres petits îlots beaucoup plus rares et totalement différents. Ceux-ci sont formés uniquement de petites cellules présentant tous les termes des altérations déjà étudiées.

Les grands îlots sont bien rebondis, paraissent fortement nourris. Leurs noyaux sont normalement écartés. Ils possèdent très souvent une bordure périphérique très régulière de cellules du type II, parmi lesquelles il nous a parfois été donné de saisir le stade de transition de cellules à petits grains.

(Voir *fig. 3.*) D'ailleurs, ces grands îlots englobent des canaux indifférents, ou différenciés en pseudo-acini, aux dépens desquels ils s'accroissent manifestement.

Notre figure 3 tend à démontrer nettement ce fait de l'accroissement des îlots; I, II, III représentent trois coupes de la même série. En I nous voyons une portion d'îlot environnée de tissu conjonctif et contiguë à des canaux indifférents. A la partie supérieure gauche, à demi-encastré dans cet îlot, nous trouvons un canal indifférent nettement limité de toutes parts. Ce canal possède deux lumières tendant à se rencontrer. C'est donc là la coupe d'un canal indifférent en voie de division et pénétrant dans un îlot.

Les coupes précédentes nous montraient ce même canal indifférent, à lumière simple, allongée, situé en dehors de l'îlot.

Le dessin II, pris sur la deuxième coupe au delà, nous montre la division



Fig. 3. — (Nachet. Ob. à immersion à eau A. 5 mm, oc. 6 compens. Ch. cl.) [Explication dans le texte.]

a, branche supérieure de division du canal indifférent; *b*, branche inférieure dont la lumière s'indique *l de b*; *c*, cellules de pseudo-acinus à grains de zymogène; *d*, cellule de transition bourrée uniformément de petits grains spéciaux; *h*, grosses cellules sombres de l'îlot; *tc*, tissu conjonctif, *v*, vaisseau.

du canal achevée, et les deux canaux issus du premier séparés par quelques cellules d'îlot. La branche de division supérieure est située en partie en dehors de l'îlot. L'autre branche reste incluse mais a changé totalement d'aspect. La lumière y est devenue beaucoup plus petite, les cellules y ont pris nettement les caractères précédemment décrits des cellules de pseudo-acini. Ces éléments plus fragiles ont été moins bien fixés et le protoplasma s'en est rétracté par places.

En III, nous saisissons la migration hors de l'îlot de la branche supérieure du canal primitif, branche restée « tube indifférent ». La branche inférieure, transformée en pseudo-acinus, semble émerger par un côté de l'îlot (en haut); mais c'est une apparence due à une sorte d'encoche en ce point; en réalité, elle y plonge à plein canal par l'autre côté (en bas) pour venir s'y confondre. La lumière, petite, y est bordée en haut de cellules de pseudo-acinus dont quelques-unes, à droite, ne présentent point de grains de zymo-

gène. Certaines n'arrivent pas jusqu'à la lumière, aspect dû vraisemblablement à l'orientation de la coupe. A gauche nous voyons une grosse cellule bourrée de grains plus petits que ceux des cellules de pseudo-acinus, grains serrés, sensiblement égaux disposés de façon régulière dans toute la hauteur de l'élément. Celui-ci termine en bas la paroi du pseudo-acinus dont la lumière est limitée pour le reste, en bas et à droite, par les cellules de l'îlot lui-même. Nous savons d'ailleurs quelle est la valeur particulière des cellules à petits grains : elles représentent une des formes de passage bien étudiées entre la cellule à grains de zymogène et les grosses cellules d'îlot du type II.

En résumé, nous assistons ici à la double transformation d'un canal indifférent en pseudo-acinus et, secondairement, en partie tout au moins, en cellules d'îlot. Une telle image suffirait à prouver ce fait capital, à savoir que les îlots s'accroissent dans ce fragment exclu par ligature.

Au soixantième jour après l'opération, le tissu épithélial est réduit à quelques nodules mal limités épars au milieu d'un tissu graisseux. Ces nodules contiennent relativement peu de tubes indifférents et de pseudo-acini. Les uns et les autres sont isolés par des cercles d'un tissu conjonctif fibrillé dense, qui se continue avec les travées scléreuses reliant les nodules à la périphérie du fragment et aux grands canaux excréteurs.

Rien de particulier à noter au sujet des tubes indifférents ou de leurs culs-de-sac à forme de pseudo-acini.

Les îlots apparaissent ici aussi plus nombreux d'une façon absolue, mais l'on y rencontre moins de gros îlots. Les petits sont beaucoup plus fréquents et l'on en trouve même parfois composés de deux cellules seulement. Ces petits îlots, formés uniquement de cellules du type II, apparaissent nettement comme étant des bourgeons de canaux indifférents. Ce sont là des îlots de formation nouvelle, et l'on trouve çà et là, le long des tubes indifférents ou des culs-de-sac pseudo-acineux, quelques cellules de transition à petits grains destinées vraisemblablement à former ces petits îlots.

Certains des petits îlots sont bien ronds, constitués par quelques grosses cellules sombres finement vacuolisées, dont l'orientation générale est celle d'un amas de cellules de pseudo-acinus auquel il ne manquerait que la lumière ; des canaux indifférents aboutissent à ces îlots tout comme aux pseudo-acini. Ils semblent donc bien le résultat de la transformation *in situ* de cellules pseudo-acineuses en cellules d'îlot.

Nous saisissons donc ici un fait tout aussi capital que celui de l'accroissement des îlots anciens, à savoir la formation d'îlots nouveaux aux dépens des canaux indifférents et des pseudo-acini.

Après cent cinquante jours, le tissu épithélial n'est plus représenté que par quelques rares et très petits nodules, perdus au milieu d'un tissu réticulé ou graisseux que limite vers la périphérie une bordure très mince d'un tissu conjonctif dense et scléreux.

Les gros canaux excréteurs ont persisté, très bien conservés, comme d'ailleurs dans tous les fragments précédemment étudiés. Mais les tubes indifférents présentent par endroits une transformation spéciale de leur épithélium, vraisemblablement muqueuse. La cellulé se change en une énorme poche flanquée d'un noyau aplati, et remplie de petites vésicules dont le contenu se colore en brun rouge clair par la safranine. Ces vésicules grandissent, se vident les unes dans les autres et finalement la poche évacue son contenu dans la lumière du canal. Les parois de certains canaux paraissent formées en grande partie de cellules ainsi modifiées et dont il faut noter la ressemblance avec les cellules caliciformes.

Les pseudo-acini sont aussi nombreux relativement qu'au soixantième jour, mais leurs grains sont plus petits et leurs cellules se fixent assez mal en général.

Les îlots sont nombreux, leur superficie totale en coupe égale environ les deux tiers de celle occupée par le tissu épithélial. Quelques-uns sont isolés au milieu du tissu conjonctif du fragment, seuls vestiges sans doute de lobules totalement disparus. — Presque tous ces îlots sont gros ou moyens, on en rencontre fort peu de petits, et ils sont composés alors en général de trois ou quatre cellules du type II. La vitalité cellulaire est parfaite dans la grande majorité de ces îlots qui semblent continuer à s'accroître, si l'on en juge par les aspects de canaux englobés dont beaucoup confondent leur paroi en certains points avec l'îlot lui-même.

Néanmoins, certaines cellules de ces îlots sont atteintes de lésions analogues à celles déjà décrites et auxquelles il faut joindre ici l'apparition dans quelques noyaux de sortes de vacuoles qui paraissent s'être constituées aux dépens de massettes nucléiniennes. Le plus souvent ces cellules altérées se trouvent dans de petits îlots uniquement composés de petits éléments.

Mais dans la plupart des îlots, et spécialement des gros, nous avons relevé une particularité assez curieuse et dont l'explication nous échappe. Il semblerait qu'un liquide qui n'a pas laissé de traces à la fixation ait séparé les cellules par groupes, ménageant ainsi au sein de l'îlot des espaces clairs que ne borde nul épithélium. Les limites cellulaires ne sont pas endommagées et les noyaux ne semblent pas plus rapprochés que de coutume. Ces espaces clairs apparaissent au début entre une paroi vasculaire et les cellules qui la bordent. Y a-t-il là excès de sécrétion des cellules d'îlot ou rétention à l'intérieur de l'îlot de ses produits de sécrétion peut-être modifiés?

Chez le Cobaye sacrifié au *trois centième jour* de l'opération, les préparations du fragment exclu présentent un aspect très analogue. La transformation (muqueuse?) des cellules de canaux indifférents y est presque générale, et atteint même en quelques points l'épithélium des gros canaux excréteurs. Les pseudo-acini s'y retrouvent, plus discrets simplement. Quant aux îlots, ils sont aussi nombreux relativement que dans le pancréas normal. Ils sont

en général gros et ronds, présentent çà et là des figures de canaux englobés, et l'on trouve à leur périphérie principalement, où elles s'organisent en rangées, de grosses cellules du type II dont la proportion eu égard aux petites cellules est normale. Mais presque tous ces îlots, outre quelques lésions cellulaires assez rares, présentent la particularité relevée sur les îlots étudiés dans l'observation précédente.

En résumé : Examinant rapidement le sort subi par chacun des éléments principaux du pancréas normal au cours de ces expériences, nous pouvons énoncer les faits suivants :

Les acini disparaissent d'une façon très précoce (on n'en trouve déjà plus au septième jour). Cette dégénérescence rapide semble devoir être mise sur le compte de la brusque suppression de la fonction, et aussi du processus irritatif déterminé au sein de la cellule par la rétention du suc pancréatique.

Les canaux excréteurs se dilatent d'abord, du fait de leur distension par les sécrétions, puis se transforment en tubes indifférents qui bourgeonnent et donnent naissance soit à des pseudo-acini, soit à des îlots. Nous retrouvons ces tubes indifférents et leurs bourgeons modifiés au trois centième jour, mais dès avant le cent cinquantième, il paraît y avoir transformation (muqueuse?) partielle des épithéliums de ces canaux.

Le tissu conjonctif envahit peu à peu la glande. Il s'organise en fibres de plus en plus denses qui divisent la glande en nodules épithéliaux de moins en moins nombreux. Au quinzième jour ce tissu conjonctif à tendances sclérosantes acquiert son plus grand développement. Il rétrocède ensuite, s'infiltre de graisse ou se transforme en un tissu réticulé, circonstance heureuse qui épargne probablement aux divers éléments une destruction dont ils seraient victimes au cas contraire.

Les îlots continuent à vivre leur vie propre. Ils s'accroissent et de nouveaux îlots se forment. On les retrouve encore et prépondérants, trois cents jours après l'opération. Mais ils ont souffert à un moment sous les atteintes du tissu conjonctif envahissant, et particulièrement au quinzième jour où l'on trouve un assez grand nombre de cellules altérées. Ces lésions des îlots, si prononcées soient-elles, ne sont jamais comparables à celles qui d'une façon si précoce ont frappé la portion de la glande à laquelle est dévolue la sécrétion externe.

Nous ne pouvons donc nous associer en aucune façon aux conclusions de Mankowsky, et la simple observation des faits ne nous permet pas de croire que les îlots sont compris au même titre que les acini dans la dégénérescence provoquée par la ligature.

A vrai dire, à toutes les périodes, nous rencontrons des îlots dont quelques cellules sont altérées, et cela même au trois centième jour, à une époque ou dès longtemps s'est éteint tout processus menaçant, et où il serait difficile d'in-

voquer la permanence d'éléments irrémédiablement touchés aux premiers jours. Mais l'état de conservation des îlots dans leur ensemble ne nous en apparaît pas moins excellent si nous considérons le petit nombre d'îlots atteints et la rareté des cellules malades, en regard de la vitalité précaire des autres éléments du fragment exclu. Au reste les altérations portent toujours sur des cellules du type I, siégeant le plus souvent dans la profondeur de l'îlot, partie plus mal nourrie sans doute que la périphérie où s'étagent les grosses cellules du type II très bien portantes.

Ce qui est étonnant en fait, ce n'est pas que l'on puisse ainsi à toutes les époques trouver quelques cellules altérées, mais bien que les îlots soient en si bon état. Car on n'a lié ici qu'un fragment de la glande, et l'organisme n'a pas intérêt immédiat à soutenir particulièrement la vitalité de ces îlots, la fonction qui leur est dévolue continuant à être assumée de façon satisfaisante par les îlots de la portion non liée, ainsi qu'il ressort des expériences de greffes pancréatiques en général.

Nous pouvons donc conclure avec Schulze et Ssobolew : de la survie des îlots à la destruction des acini il résulte que ces deux formations sont destinées à des fonctions différentes. Des conditions mêmes où sont placés les îlots du fragment dans ces expériences il ressort que la fonction qui leur est dévolue ne peut être qu'une sécrétion interne.

Les îlots représentent donc bien la portion endocrine de la glande pancréatique.

Mais nous nous écartons de Schulze sur quelques points. Cet auteur dit que les îlots persistent intacts. Nous avons vu — et Ssobolew relève également le fait — qu'ils subissent comme les autres éléments, et bien qu'à un titre moindre, l'influence nocive de la sclérose. D'autre part, ils ne sont point en quelque sorte immuables, ils s'accroissent et il se forme de nouveaux îlots.

Schulze d'ailleurs conclut de ses expériences à l'indépendance des îlots d'avec la portion exocrine de la glande. Au point de vue histologique nous voyons cependant les cellules d'îlots dériver de cellules de pseudo-acini et de canaux indifférents. Au point de vue fonctionnel, il n'y a pas vraisemblablement indépendance absolue, nous voyons en effet les grains de zymogène de la cellule de pseudo-acinus se répandre dans l'élément en voie de métamorphose, subir des phénomènes bio-chimiques spéciaux et se transformer en petits grains de réactions différentes.

Il nous reste à interpréter la succession des phénomènes observés dans la partie liée. Nous le ferons d'un mot en disant qu'il y a retour de la glande à la forme embryonnaire.

Les tubes indifférents peuvent en effet être assimilés aux tubes pancréatifs primitifs de l'embryon, auxquels ils ressemblent étonnamment. Ceux-ci bourgeonnent et leurs cellules, primitivement indifférentes, soit isolément, soit

par groupes, se différencient par places en cellules d'îlots (îlots primaires). Plus tard les cellules de leurs culs-de-sac se modifient également et forment les acini qui donneront par transformation de leurs éléments de nouveaux îlots (secondaires). Des phénomènes très voisins s'observent dans la portion liée, mais ici ces transformations diverses sont contemporaines.

Ainsi s'expliquent probablement l'apparition et la présence des canaux indifférents et des pseudo-acini dans les fragments de glande étudiés où les acini de la glande normale ont disparu dès les premiers jours. Les pseudo-acini ne sauraient servir à une fonction dont la ligature a supprimé l'exercice. Ils ne servent, ainsi que les canaux indifférents, qu'à assurer la vie du système endocrine. Ce sont pour ainsi dire des graines d'îlot.

Faute sans doute d'un rapprochement avec les stades embryonnaires et d'une telle interprétation des faits, ni SCHULZE ni SSOBOLEW n'ont relevé la présence des pseudo-acini au cours de leurs observations, ou ils les ont simplement considérés comme des acini qui n'auraient point encore disparu. Leur absence totale au septième jour, ou presque totale aux quatorzième et quinzième, leur développement graduel ensuite, la destruction précoce des acini, s'incrivent contre cette interprétation.

SUR LES

PHÉNOMÈNES DE SÉCRÉTION DE L'ÉPITHÉLIUM SÉMINAL

RÉPONSE A L'ARTICLE DE M. G. LOISEL

INTITULÉ

SUR LA SÉCRÉTION INTERNE DU TESTICULE ET EN PARTICULIER SUR CELLE DE LA CELLULE DE SERTOLI

Par CL. REGAUD

AGRÉGÉ, CHEF DES TRAVAUX PRATIQUES D'HISTOLOGIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LYON

L'article que M. G. Loisel vient de publier dans le dernier numéro de la *Bibliographie anatomique* semble composé bien moins en vue d'exposer des faits nouveaux, que de défendre, par une foule d'arguments, les théories conçues par lui d'après ses études sur le testicule des Oiseaux.

Environ un an avant que M. Loisel ne fît connaître sa théorie de la sécrétion sertolienne, j'avais décrit, puis figuré et soumis à l'épreuve de démonstrations publiques, une série de faits, alors absolument nouveaux, concourant à démontrer qu'il existe, dans les cellules de Sertoli du testicule des Mammifères et en particulier du Rat, une activité sécrétoire. Je mis en évidence des dispositifs de forme et d'évolution déterminées, analogues d'ailleurs à ceux que, présentement, tous les histologistes considèrent comme indicateurs d'un mouvement de sécrétion effectué au sein de nombre de cellules glandulaires. Et comme je pus poursuivre le produit de cette sécrétion jusque dans la lumière même des tubes séminifères, je la considérai donc comme *externe* ou *exocrine*. Quand M. Loisel eut à son tour exposé sa théorie de la sécrétion *interne*, ou *endocrine*, et fait connaître le dispositif qui, selon lui, la révèle dans les cellules de Sertoli des Oiseaux, je crus devoir chercher s'il existe réellement, entre un Mammifère comme le Rat et un Oiseau tel que le Moineau, pris par M. Loisel comme objet d'études, une telle différence. Comme j'avais reconnu qu'il n'y en a pas, et que je le dis, M. Loisel ouvre une controverse sur ce sujet. Il l'inaugure même d'une façon que je regrette fort ; car, m'obligeant d'autant plus à le suivre sur le terrain de la discussion, qu'il la circonscrit presque exclusivement entre lui et moi, il a jugé bon de lui imprimer en outre le caractère d'une attaque passionnée et, sur nombre de points, personnelle à mon égard.

Or, s'il est absolument certain que, dans ma première publication sur la sécrétion séminale du Moineau, j'ai combattu directement et même vivement les idées de M. Loisel, j'ai, par contre, conscience de n'avoir, en faisant

cela, jamais dépassé la mesure ni quitté le ton de la discussion scientifique. Celle-ci doit, dans tous les cas, demeurer impersonnelle et courtoise ; car elle est nécessaire. Que faisons-nous, en travaillant, sinon chercher la vérité pour la faire connaître ? En montrant à M. Loisel que, contrairement à ce qu'il croyait savoir, dans le testicule de l'Oiseau même qu'il a choisi comme objet d'études la sécrétion sertolienne existe bien avec les mêmes caractères que dans celui du Rat, j'exerçais un droit d'autant plus incontestable que le litige portait sur l'épithélium séminal, à propos duquel un travail ininterrompu de plusieurs années m'a donné quelque expérience. De son côté, M. Loisel, après avoir repris la question, avait pleinement le droit de dire que je me suis trompé, s'il se croyait en mesure de le prouver. Mais ce que l'état actuel de nos mœurs scientifiques ne lui permettait pas de faire, c'est de présenter les choses de façon à faire croire que son contradicteur est un ignorant présomptueux, pauvre technicien et de bonne foi douteuse ; c'est aussi de modifier et de travestir ses idées, de façon à les retourner inversées contre lui, et de lui attribuer des erreurs lourdes pour se donner le mérite de les redresser. Car de tels procédés ne profitent aucunement à la solution des questions pendantes. En revanche, ils nuisent à la considération mutuelle que se doivent des collègues, à la science elle-même, et peut-être bien surtout à ceux qui les emploient.

A en juger par le ton général de son article, M. Loisel envisage autrement ces choses. Il m'y prend à partie continûment. Il m'impose par cela même des réponses précises à ses reproches personnels, à ses arguments, et aussi le redressement d'une série d'assertions et de conceptions qui me sont propres, mais qu'il présente déformées pour les besoins de la cause qu'il soutient. Si j'acceptais sans mot dire son jugement sévère, quelques-uns de nos collègues pourraient croire que, n'y objectant rien, je tiens moi-même ce jugement pour équitable. Je vais donc répondre point par point[1], mais en gardant toujours une attitude défensive. Je désire que cette polémique finisse, et même que sa clôture ramène mon contradicteur à la sérénité d'esprit qu'il n'eût jamais dû quitter à propos d'une simple différence de vues survenue entre nous deux.

Les reproches et les critiques de M. Loisel peuvent être groupés sous trois chefs principaux :

1° Il expose que j'aurais eu envers lui un certain nombre de torts personnels, notamment en n'attendant pas la publication de son mémoire définitif pour discuter les faits indiqués par lui et ses théories ;

2° Il m'impute d'avoir établi ma conception de la sécrétion — que je tiens

1. Je ne m'occuperai ici que des dissentiments existant entre M. Loisel et moi à propos de la sécrétion des cellules de Sertoli, laissant de côté les autres points, d'ailleurs nombreux, relatifs à l'épithélium séminal, à propos desquels je ne suis pas d'accord avec lui.

pour externe — de l'épithélium séminal sur de mauvaises préparations. Il prétend que les vésicules de sécrétion que j'ai décrites sont des figurations artificielles, et que le seul véritable processus de la sécrétion séminale est celui qu'il a décrit dans le testicule du Moineau;

3° Il soutient que la sécrétion séminale est interne, que les cellules de Sertoli n'ont pas de fonction nourricière à l'égard des cellules séminales, que leur protoplasma n'est pas contractile, etc., contrairement aux opinions que j'ai exprimées.

I

Je commence par l'imputation qui me touche le plus, et qui consiste à me présenter comme enclin à discuter hâtivement et légèrement les opinions que je ne partage pas (Cf. Loisel, 10, p. 171-172).

Mes premières communications relatives à la sécrétion séminale des Mammifères ont été faites à la *Société de Biologie,* les 3 novembre, 15 et 22 décembre 1900 (Regaud, 12, 13 et 14). En avril 1901, j'ai soumis mes préparations à l'examen des membres de l'*Association des Anatomistes* réunis à Lyon. En novembre 1901, dans la deuxième partie de mon mémoire sur la spermatogénèse des Mammifères (Regaud, 16), j'ai décrit en détail, et abondamment figuré les faits sur lesquels j'avais établi ma conception de la sécrétion séminale. Préalablement à cette publication en avril 1901, j'avais cherché et retrouvé dans les testicules de trois Moineaux adultes exactement les mêmes figurations que chez les Mammifères. Mais comme ces dernières recherches ne m'apprenaient rien de nouveau, sinon que le processus de la sécrétion séminale telle que je l'entends semblait général, je m'abstins de faire une communication sur ce sujet particulier. J'attendis, et cela seul prouve qu'on ne saurait m'imputer en cette circonstance ni légèreté, ni hâte.

Il résulte de tout ceci que, lorsque, le 16 novembre 1901, M. Loisel (5) fit sa première communication où il parle d'une sécrétion interne du testicule, chez le Moineau, sans d'ailleurs autrement préciser, ni la décrire, j'avais fait connaître depuis un an, complètement décrit chez le Rat, et vérifié depuis peu chez le Moineau, la sécrétion séminale telle que je l'ai comprise d'emblée sans varier depuis.

Quand donc, en février 1902, M. Loisel (7) publia pour la première fois un travail un peu explicite sur la sécrétion interne dont il avait affirmé l'existence chez le Moineau, il devenait tout naturel que je fisse remarquer combien cette sécrétion différait de celle décrite auparavant par moi chez les Mammifères, puis retrouvée identique chez le Moineau. C'est ce que je fis — après l'avoir annoncé dans le programme — à la réunion de l'*Association des Anatomistes,* dont M. Loisel est membre, et qui fut tenue à Montpellier le

25 mars 1901 (REGAUD, 17). *Le travail complet, annoncé par* M. LOISEL, *parut plusieurs semaines après* [1].

M. LOISEL (10, p. 172, 173) me reproche ensuite la phrase suivante : « Quelques mois avant que LOISEL introduisît ces expressions [actions chimiotactiques] dans la spermatologie du Moineau, IVAR BROMAN [2] publiait un mémoire sur ce sujet. » Cette phrase constate un fait ; M. LOISEL y lit un sous-entendu, que je n'y ai point mis.

---

1. Ma communication fut indiquée dans le compte rendu que donnèrent de cette réunion la *Bibliographie anatomique*, l'*Anatomischer Anzeiger* et la *Presse médicale* (23 avril 1902, n° 33, p. 391). Je suis d'autant plus surpris que M. LOISEL ignore la date et les circonstances de ma publication, qu'elles sont indiquées avec précision dans une note insérée à la dernière page de celle-ci.

Lorsque parut le mémoire de M. LOISEL (9), le manuscrit de ma communication était envoyé. Je priai alors M. le professeur NICOLAS d'en avancer la publication en la faisant paraître dans la *Bibliographie anatomique*. Et de suite, pour présenter à M. LOISEL, dont je venais de lire le mémoire, la réfutation que je croyais légitime, je publiai (REGAUD, 18) le résumé de mon article sous forme d'une communication à la *Société de biologie* (25 mai 1902).

J'ajoute que la lecture du mémoire de M. LOISEL ne modifia pas mon opinion.

Il n'y a, dans la manière de faire que j'ai suivie, rien de hâtif, de léger, ni surtout d'incorrect.

2. A propos du mémoire de BROMAN, je suis obligé de rectifier la traduction par trop libre que M. LOISEL en a faite, pour les passages qui me concernent.

M. G. LOISEL, in *Bibliographie anatomique*. t. XI, 3e fasc., 1902, p. 187-188.	M. Ivar BROMAN, in *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd LIX, H. 1, 1901, p. 116 à 119.
REGAUD dit dans son travail sur le Moineau que BROMAN « a trouvé chez l'Homme des phénomènes de sécrétion tout à fait semblables à ceux que j'ai décrits chez d'autres Mammifères. Sa description, continue REGAUD, confirme la mienne point par point ».	Bei den von mir untersuchten Selachiern und Amphibien habe ich wohl in den Sertolischen Zellen Körner, die wahrscheinlich Secretionsproducte sind (*fig. 8, Sek.*), habe aber keine für Spermatiden und Sertolischen Zellen *gemeinsamen* Formbestandtheilen finden können.
C'est peut-être donner beaucoup d'importance à une ou deux phrases incidentes que l'on trouve dans le mémoire de BROMAN. *Mais surtout ce n'est pas absolument exact.* D'abord BROMAN dit que ses vésicules en corbeille ont une ressemblance frappante avec les vésicules mitochondrales de MEVES (sans leur attribuer toutefois la même signification physiologique), mais *il ne les compare nullement à celles de* REGAUD.	Dagegen haben neulich REGAUD und ich, unabhängig von einander, bei den Säugethieren Bildungen gefunden, die vielleicht eine etwas festere Stütze für die Annahme geben können, dass die Sertolischen Zellen wirklich « Nährzellen » für die Spermatiden sind.
De plus, les deux sortes de vésicules ont une réaction chimique différente : les premières sont mises en évidence par le liquide de HERMANN, celles de REGAUD au contraire ne se colorent par aucun mélange osmique.	Ich selbst habe die betreffende Beobachtung am menschlichen Material (von 2 Hingerichteten) gemacht. An solchen Stellen der Schnitte, *wo Fixirung und Färbung besonders gut gelungen war*, sah ich überall in den Spermatiden kleine Bläschen verschiedener Grösse, deren Peripherie schwarz gefärbt, deren Inhalt aber beinahe ungefärbt war (*Fig. 16-20, Taf. V*). [Suit une description précise que je ne reproduis pas, faute de place.]
Du reste, nous ne saurions admettre les résultats obtenus par BROMAN sans vérification. Cet auteur dit lui-même n'avoir pu	Die erwähnten *Korbbläschen*... haben eine

II

Au sujet de l'objet d'étude dont je me suis servi, de la manière dont j'ai exécuté mes préparations, et du sens critique avec lequel je les ai étudiées, M. Loisel émet une série d'opinions qui ne sont flatteuses, ni pour moi-même, ni pour le laboratoire dans lequel j'ai l'honneur de travailler. Ainsi pourrait faire, en une mercuriale sévère, un maître parlant à un élève mal instruit.

D'après M. Loisel (10, p. 172), mon travail sur la sécrétion séminale du Moineau serait beaucoup trop superficiel, parce que je n'ai sacrifié que trois Moineaux, à la même époque, « époque éloignée de la véritable période des amours ». Ce reproche serait fondé si, ne connaissant encore rien, ou n'ayant encore rien publié au sujet de la sécrétion séminale, j'avais eu la prétention de décrire complètement le processus sécrétoire d'après mes observations

obtenir ses vésicules en corbeille, ni chez les Sélaciens, ni chez les Amphibiens. Chez l'Homme, il ne les a vus que chez deux suppliciés, *et encore seulement, ajoute-t-il, dans certaines préparations.*

frappante Aehnlichkeit mit den von Meves neulich beschriebenen Mitochondrienbläschen der kleinen Spermatiden von Paludina vivipara. Ganz sicher sind indessen unsere Korbbläschen mit diesen Mitochondrienbläschen *nicht homolog..., von den Korbbläschen ist dagegen sowohl in Spermatogonien wie in Spermatocyten nichts zu sehen...*

Ganz ähnliche Korbbläschen habe ich auch in den Sertolischen Zellen desselben Materials gefunden. Diese Zellen sind im allgemeinen mit einer grossen Menge Körner verschiedener Grösse und Färbbarkeit beladen. Zwischen Körnern, die bekanntlich zum Theil aus Fett bestehen, und den Korbbläschen, giebt es mehrere Uebergangsformen...

Als wahrscheinlich bleibt... das die Korbbläschen durch Drüsenthätigkeit der Sertolischen Zellen gebildet werden, und nachher in die Spermatiden übergehen...

Bei mehreren Säugethieren... hat Regaud *ganz ähnliche Bildungen gefunden...* [Suit une citation de ma première note préliminaire].

Obgleich Regaud noch keine Abbildungen seiner « vésicules de sécrétion » gegeben hat, *können wir durch seine oben citirte Beschreibung ganz sicher sein, dass sie die von mir sogenannten Korbbläschen vollkommen entsprechen.*

Que le lecteur, après avoir lu l'appréciation que M. Loisel a formulée au sujet de ma technique, veuille bien remarquer le passage de Broman, d'où il résulte que : *c'est dans les régions des coupes où la fixation et la coloration étaient particulièrement bien réussies, que l'auteur suédois vit partout dans les spermatides les vésicules en question.*

faites sur le Moineau. Mais il en est tout autrement. Déjà en possession d'une étude complète et publiée sur la sécrétion séminale chez le Rat, il m'a suffi de constater, chez trois Moineaux — objet d'étude de M. Loisel — l'existence d'éléments histologiques de la sécrétion séminale identiques à ceux que j'avais vus chez le Rat et absolument différents de ceux qu'avait décrits M. Loisel. J'étais amplement autorisé à conclure de l'identité d'aspects des éléments histologiques de la sécrétion à la similitude des processus sécrétoires dans les deux espèces d'animaux [1].

Je maintiens d'ailleurs que les testicules de Moineaux dont je me suis servi étaient *en pleine activité spermatogénique* [2]. M. Loisel (10, p. 172) objecte à cela que, dans le dessin donné par moi, il n'y a ni karyokinèse ni cellule de Sertoli, et que, d'après ma propre constatation, « tous les tubes séminifères, sans exception, montrent la même composition de l'épithélium séminal en générations et en formes cellulaires ». Je ferai d'abord remarquer que les « cellules de Sertoli », que je tiens toujours pour fusionnées en un syncytium, sont représentées dans mon dessin par quatre noyaux, dont l'un est spécifié par la lettre S. Si l'épithélium séminal est à peu près identique dans tous les tubes, cela tient à une modalité particulière du *mouvement spermatogénique* chez le Moineau, modalité différente de celle du Rat : M. Loisel a d'ailleurs complètement passé sous silence ce point important de l'histologie du testicule. Si enfin mon dessin ne représente pas de mitoses de spermatocytes, c'est parce que celles-ci se produisent à un moment bien déterminé et très court de l'onde spermatogénique comme l'a montré von Ebner pour les Mammifères et d'autres auteurs pour des animaux à mouvement spermatogénique différent. L'absence de mitoses de spermatocytes en un point donné d'un tube séminifère, dans un tube entier, ou même dans tout un testicule, ne permet nullement de conclure *a priori* que les phases précédentes ou suivantes, en présence desquelles on se trouve, ne sont pas normalement actives.



J'arrive maintenant au nœud de la question : les *vésicules de sécrétion*, que

---

1. Voici, d'ailleurs, donnée par avance et par moi-même ma justification : « Si je me décide à faire connaître celles de mes observations qui ont trait au Moineau, quelque incomplètes qu'elles soient, c'est parce que les faits et les interprétations récemment avancés par Loisel à propos de cet oiseau ne concordent pas du tout avec mes propres constatations .... Je n'ai encore étudié que des testicules de Moineaux tués au mois d'août : *c'est dire que je ne suis nullement en état de donner du processus sécrétoire une description complète.* » (Regaud, 17.)

2. Je pourrais, sur ce point, m'en rapporter à M. Loisel lui-même, qui déclare que *la spermatogénèse du Moineau dure pendant tout l'été*, bien que, contrairement à ce qui existe chez les Mammifères, elle procède par poussées nettement distinctes les unes des autres. (Loisel, 9, p. 170.)

j'ai décrites dans l'épithélium séminal, chez les Mammifères et chez le Moineau, seraient, d'après M. Loisel, des *produits artificiels.*

Pour obtenir mes préparations, qui montrent les vésicules de sécrétion, j'ai employé d'abord une *méthode de fixation,* ensuite une *méthode de coloration.* M. Loisel, en divers passages de son article, incrimine l'une et l'autre.

A. — Le fixateur que j'ai mis en usage est le bichromate de potasse additionné d'acide acétique, suivant la formule de Tellyesniczky. L'expérience longue et consciencieuse d'un assez grand nombre d'autres fixateurs a arrêté mon choix, en ce qui concerne le testicule des Mammifères, en toute indépendance et dans le seul but de faire les meilleures préparations possibles. Tellyesniczky (19) était arrivé au même résultat pour le testicule de la Salamandre. Cet agent de fixation convient bien moins pour le testicule du Moineau, et j'ai moi-même signalé ce fait à M. Loisel. M. Loisel dit que d'autres fixateurs lui ont mieux réussi : je l'en félicite ; mais je constate que certaines de ses descriptions, ses dessins lithographiés et ses photogrammes ne l'auraient point fait supposer. On ne saurait d'ailleurs tirer aucun argument contre l'existence des vésicules de sécrétion de la fixation moins bonne du testicule de Moineau, puisque ma description du processus de la sécrétion séminale a été établie d'après le testicule du Rat, qui est, lui, je le répète, remarquablement bien fixé par le mélange de Tellyesniczky.

M. Loisel semble croire [1] que ce fixateur produit dans le protoplasma des *lacunes* résultant du départ de boules sarcodiques [2], et que, dans les prépara-

1. Si j'emploie cette expression dubitative, c'est parce que les imputations que M. Loisel dirige contre ma technique sont imprécises, quoique catégoriques. Il affirme que ma technique est mauvaise; mais en quels détails est-elle mauvaise ? C'est ce qu'il spécifie insuffisamment. Je ne puis donc me défendre qu'après avoir mis sur pied, si j'ose m'exprimer ainsi, les arguments qui me sont opposés.

2. M. Loisel (10, p. 186) accuse encore le mélange de Tellyesniczky de mal fixer les globules rouges du sang et de plisser tout particulièrement les noyaux de Sertoli (ce qui m'aurait induit en erreur).

Au sujet des globules rouges, M. Loisel a raison. Mais les histologistes savent bien qu'il n'existe pas de fixateur également bon pour tous les éléments anatomiques. Ainsi le mélange de Bouin — que je trouve, avec M. Loisel, bon pour l'épithélium séminal — maltraite les globules rouges beaucoup plus encore que le bichromate de potasse acétifié. Il transforme le contenu des vaisseaux, chez les Mammifères, en masses homogènes !

Quant au plissement artificiel des noyaux de Sertoli, M. Loisel eût évité de m'imputer à tort cette bévue en réfléchissant que le mélange de Tellyesniczky (19) n'était pas inventé à l'époque où Bouin (2) attira l'attention sur les fentes et les plis remarquables des noyaux de Sertoli des Mammifères. M. Loisel (9, p. 160), dans un autre passage de ses écrits, incrimine aussi, à cet égard, le sublimé. Or, je me suis servi, au début, non seulement de sublimé, mais surtout de formol-picro-acétique. De multiples raisons, d'ordre morphologique, rendent d'ailleurs insoutenable cette interprétation de M. Loisel.

tions ainsi traitées, la méthode de coloration de WEIGERT fait apparaître en bleu-noir des formations vésiculeuses artificielles.

Il y a en effet des lacunes dans le protoplasma syncytial (cellules de Sertoli) et dans les lobes protoplasmiques des spermies : je les ai vues, je les ai même décrites et figurées avant d'avoir réussi à colorer leur paroi et leur contenu. Elles font complètement défaut dans les spermatocytes. Mais ces lacunes, ainsi que je m'en suis assuré, existent tout aussi bien dans les préparations fixées par les mélanges de FLEMMING, de HERMANN, de LENHOSSÉK, de BOUIN et de ZENKER. Leur constance et leur variation régulière suivant les stades de la spermatogénèse permettent d'affirmer qu'elles constituent *un détail normal de structure.*

M. LOISEL dit que *ces vésicules ne rappellent aucune sécrétion figurée connue.* Au contraire — et j'hésite presque à le faire remarquer — de telles *vésicules,* ou *vacuoles* (comme on les désigne généralement), sont une chose de connaissance devenue banale aujourd'hui en matière de cellules glandulaires ; et je n'ai point le mérite d'avoir ici « découvert quelque chose de tout à fait particulier ». (Cf. LOISEL, 10, p. 183.) Les cellules à sécrétion séreuse, muqueuse ou graisseuse (glandes salivaires, lacrymale, bronchiques, sébacées, cellules caliciformes, cellules principales des glandes peptiques, glandes pyloro-duodénales, etc., etc.), ont toutes, en des points spéciaux de leur protoplasma, une structure alvéolaire ou vacuolaire que nul ne songe à mettre sur le compte des agents fixateurs. Pour le nombre et les dimensions de leurs vacuoles, elles ne le cèdent en rien au protoplasma syncytial de l'épithélium séminal. RANVIER (20) a observé ces vacuoles glandulaires vivantes et mobiles ; il les a fixées instantanément dans leur forme changeante par les vapeurs d'acide perruthénique. Qu'y a-t-il donc, dans les vésicules de sécrétion de l'épithélium séminal, qui puisse susciter l'étonnement d'un histologiste un peu au courant de sa science générale ?

B. — Faut-il maintenant incriminer la méthode de coloration ? La méthode de WEIGERT est-elle capable de déposer *exactement* dans les lacunes du protoplasma syncytial, et du protoplasma des spermies, ainsi que, à certains moments, dans le liquide qui remplit la lumière des tubes séminifères, une *substance étrangère* résistant électivement à la décoloration ?

Je dois faire remarquer tout d'abord que, dans l'emploi de cette méthode, il n'y a rien qui puisse apporter à la *structure* des protoplasmas fixés une modification quelconque. Les solutions d'acétate de cuivre[1], d'hématoxyline, de borax et de ferricyanure de potassium ne sont pas, à ce point de vue, da-

---

1. M. LOISEL (10, p. 182) paraît accuser particulièrement le chauffage des coupes à 35°-40° dans la solution d'acétate de cuivre. On peut constater *de visu* que ce chauffage ne produit aucune modification structurale. Mais l'objection tombe devant ce fait que le résultat cherché s'obtient tout aussi bien, quoique plus lentement, à la température ordinaire.

vantage à incriminer que les réactifs innombrables et variés employés dans les méthodes actuelles de coloration, et que personne n'attaque.

De la lecture des critiques de M. LOISEL m'a paru ressortir cette idée que la méthode de coloration de WEIGERT introduirait dans les tissus (et particulièrement dans l'épithélium séminal) une *substance étrangère* qui résisterait à la décoloration. De cette idée découlent les objections suivantes :

1° Les vésicules de sécrétion ayant été décrites par moi dans beaucoup d'espèces cellulaires différentes (cellules rénales, ovules, cellules épididymaires, cellules interstitielles du testicule, etc.), « il est bizarre de voir des organes très différents donner lieu à des produits de sécrétion qui paraissent identiques » ;

2° Les vésicules de sécrétion se rencontrent dans les parois vasculaires, dans l'albuginée, etc. ; on peut même, par un artifice de préparation, les faire apparaître à volonté là où il n'y a pas d'éléments cellulaires capables de les sécréter.

Examinons séparément ces deux objections :

1° La méthode de coloration de WEIGERT, employée après le mélange de TELLYESNICZKY (lequel joue le rôle non seulement d'un fixateur, mais aussi d'un mordant), colore en effet un grand nombre de substances : la myéline des fibres nerveuses, les graisses en général (exemple : celle des cellules adipeuses du tissu conjonctif), l'*hémoglobine*[1], certaines variétés de chromatine nucléaire, un grand nombre de produits de sécrétion dans le rein, la glande surrénale, l'ovaire, etc., certaines granulations protoplasmiques possédant un chimisme spécial, etc. De cela, M. LOISEL manifeste son étonnement par quelques phrases ironiques à mon adresse (LOISEL, 10, p. 184, 185).

Mais la technique histo-chimique doit, à ce compte, être tout entière un sujet d'étonnement pour mon contradicteur !

La célèbre méthode de GOLGI au chromate d'argent colore presque tout ce qu'un histologiste habile veut lui faire colorer : cellules nerveuses et leurs prolongements, névroglie, cellules conjonctives, faisceaux conjonctifs, fibres élastiques, paroi des capillaires sanguins, protoplasma des cellules glandulaires, ciments intercellulaires, canalicules excréteurs intercellulaires, etc., etc.[2].

---

1. L'hémoglobine se colore toujours énergiquement, non seulement lorsqu'elle est fixée sur le stroma des globules rouges, mais encore lorsqu'elle s'est échappée sous forme de boules sarcodiques. Les éléments qu'elle a imprégnés se colorent également. Ce fait est connu de tous ceux qui ont manipulé la méthode de WEIGERT (ou ses dérivés), pour la coloration des nerfs et des centres nerveux. Je crains que les résultats que M. LOISEL dit avoir obtenus avec la méthode de WEIGERT ne soient entachés de cette cause d'erreur.

2. Parmi les objets qu'on ne réussit généralement pas à colorer électivement par le chromate d'argent, je signalerai *les produits de sécrétion intracellulaires*. Or, M. LOISEL (8, 9) croit précisément démontrer le produit de sécrétion des « cellules de Sertoli » par

La méthode de coloration à l'hématoxyline ferrique colore une infinité d'objets différents : chromatines, grains de sécrétion d'une foule de cellules glandulaires diverses, différenciations particulières du protoplasma, corpuscules centraux, bandelettes cimentantes des épithéliums, cils vibratiles, disques minces et épais des fibrilles contractiles striées, etc.

Je pourrais citer toutes ou presque toutes les méthodes de coloration. Parfois les histologistes sont embarrassés pour se reconnaître dans la foule des détails mis en évidence par ces méthodes : généralement l'expérience acquise, les notions générales de leur science et leur bon sens leur permettent cependant de s'en tirer ;

2° Il est évident que toute méthode de coloration régressive introduit dans les tissus une laque colorée (ferrique, chromique, cuivrique, etc.), véritable *substance étrangère*. Cette substance se fixe plus solidement sur certains éléments des cellules que sur d'autres. L'agent décolorant, qu'on fait ensuite intervenir, dissout peu à peu la substance étrangère, en l'enlevant, en dernier lieu, des objets sur lesquels elle est le plus solidement fixée. En arrêtant à temps l'action décolorante, on obtient une coloration dite élective.

M. Loisel (10, p. 176) n'ignore certes pas ce principe banal des méthodes de coloration régressive. Il nous le montre, par les détails qu'il donne sur la manière dont il conserve (en arrêtant à point la décoloration, après coloration par l'hématoxyline ferrique) les grains de sécrétion qu'il a décrits dans les cellules de Sertoli. Mais il a, comme on dit, deux poids et deux mesures : l'un pour l'hématoxyline ferrique, l'autre pour l'hématoxyline chromo-cuprique de Weigert, deux méthodes excellentes, lorsqu'on se met à l'abri des causes d'erreur inhérentes à chacune d'elles.

On peut facilement, il est vrai, laisser de la laque chromo-cuprique de Weigert un peu partout, dans une préparation quelconque — comme on pourrait le faire avec l'hématoxyline ferrique, surtout si l'on appelle à son service un artifice tel que la demi-dessiccation, dont M. Loisel (10, p. 187) semble m'imputer, bien à tort, l'usage systématique. Mais si, *sur une préparation faite proprement*, on pousse assez loin la décoloration différenciatrice, on obtient (dans le testicule du Rat, par exemple) une coloration parfaitement élective des objets suivants : grains et vésicules de sécrétion de l'épithélium séminal (il peut en exister qui ont été mécaniquement mobilisés hors des tubes), têtes des spermatozoïdes à partir d'un certain stade de leur métamorphose, produits d'élaboration des cellules interstitielles et des cellules conjonctives (adventice des vaisseaux, albuginée, etc.), quelques noyaux (de

---

la réaction de ces dernières à l'égard du chromate d'argent : ce qui est coloré, dans ce cas, c'est *tout le territoire protoplasmique* (partie basale, travée radiaire, travées minces interséminales représentées par les épines latérales de l'image noire) dépendant fonctionnellement d'un noyau de Sertoli, et non un produit de sécrétion.

cellules conjonctives, interstitielles, musculaires lisses, globules rouges du sang). Si maintenant on poursuit la décoloration dans le mélange de borax et de ferricyanure, ou bien si on laisse la préparation pendant quelques semaines dans le baume du Canada ou la glycérine [1], la décoloration se poursuit ; les grains et vésicules de sécrétion disparaissent comme le reste ; mais ils le font en dernier lieu.

Je viens de montrer, en me maintenant simplement sur le terrain de la technique, qu'il n'y a pas lieu de suspecter l'existence réelle des formations que M. Loisel considère comme des productions artificielles.

J'aurais pu les défendre en renvoyant le lecteur à la description détaillée que j'en ai donnée dans mon mémoire sur la spermatogénèse du Rat (Regaud, 16, p. 278-296, pl. VI). Dans l'état actuel de l'histologie, en effet, nous ne sommes pas tout à fait incapables de reconnaître des formations artificielles à leurs caractères morphologiques. D'abord celles-ci n'auraient aucune fixité : on les trouverait disséminées dans tous les points d'une mauvaise préparation, sans aucune régularité ; elles ne respecteraient pas certaines cellules plutôt que d'autres ; elles se présenteraient avec les mêmes caractères à tous les stades de la spermatogénèse. Or, on observe précisément que les vésicules et les grains de sécrétion affectent des caractères extrêmement précis, et tout à fait inverses de ceux qu'auraient des formations artificielles. J'en rappellerai brièvement quelques-uns.

A. — Le produit de sécrétion est exclusivement localisé au protoplasma syncytial et au protoplasma des spermies. Au moment de l'élimination des spermatozoïdes seulement, on en trouve à la surface de l'épithélium séminal. Il n'y en a jamais dans les spermatogonies et les spermatocytes.

B. — Dans le protoplasma syncytial, les grains et les vésicules de sécrétion ne se présentent pas sous le même aspect et avec la même abondance à tous les stades de la spermatogénèse ; mais chaque stade est caractérisé par une répartition et un aspect spécial de ces éléments. Bien plus, les caractères divers des grains et des vésicules se modifient peu à peu, d'une façon régulière (je dirais presque logiquement), d'un stade au suivant : ce qu'il est très facile de constater chez le Rat, où la modalité du mouvement spermatogénique est particulièrement favorable à ce genre d'observations.

C. — Des variations du même ordre, la même évolution régulière et constante du produit de sécrétion, sous sa double forme de grains et de vésicules, s'observent dans les spermies.

Tous ces faits, d'une importance capitale dans ce débat, ont été décrits par

1. La coloration se conserve très longtemps, peut-être même indéfiniment dans la solution de sucre et de gomme arabique d'Apathy.

moi avec la plus grande précision et dans leurs moindres détails. Je les ai de plus abondamment et consciencieusement figurés. *Or*, M. Loisel *n'en parle même pas, et n'en tient absolument aucun compte.* Dois-je en conclure qu'il considère comme une œuvre de pure imagination mon mémoire sur la spermatogénèse, ce mémoire qu'il ne cite guère, dit-il, que pour le contredire ? (10, p. 192.)

***

Mais il existe — et je l'ai gardé pour la fin — un critérium décisif des formations artificielles. On l'appelle, au laboratoire de mon maître, le professeur Renaut, le *critérium des méthodes convergentes.* J'en énoncerai brièvement le principe. Quand une image est fournie, dans un objet d'étude, par une seule et unique méthode, on est souvent en droit de se demander si elle répond ou non à une figuration artificielle, c'est-à-dire suscitée par l'emploi de la méthode même. Si, au contraire, deux, trois méthodes, ou davantage mettent en évidence, dans un même objet, un dispositif fondamentalement identique, fût-ce sous des modalités distinctes, ce dispositif répond à quelque chose de réel, parce que ce quelque chose est constant : *formation* histologique ou cytologique, et non simple *figuration* contingente.

Or, je puis annoncer dès maintenant que les grains et les vésicules de sécrétion, colorés en premier lieu par la méthode de Weigert, après fixation par le mélange de Tellyesniczky, peuvent être mis en évidence à volonté, et en dehors de ces deux méthodes de fixation et de coloration conjuguées. 1° J'ai réussi à les colorer par la méthode de Weigert, après fixation par les méthodes de Lenhossék (alcool, sublimé, acide acétique), de Bouin (acide picrique, formol, acide acétique), et de Zenker (bichromate de potasse, sublimé, acide acétique). 2° J'ai réussi également à les colorer par l'hématoxyline ferrique, après fixation par le mélange de Tellyesniczky. 3° Dans ce dernier cas, j'ai trouvé un procédé qui permet de colorer à volonté soit *la paroi,* soit *le contenu* des vésicules au sein du protoplasma syncytial et dans les spermies.

Une série de méthodes de fixation et de coloration différentes et indépendantes les unes des autres montrent donc les grains et les vésicules avec le même aspect et la même répartition. Ce sont là, par conséquent, des formations qui ont leur existence propre, abstraction faite des méthodes d'observation. Il suffit, pour les voir, de connaître une méthode de coloration appropriée à chaque cas particulier de fixation et de mordançage.

Dès que mes recherches actuelles, suscitées par le récent article de M. Loisel, et qui me permettent de parler ainsi, seront tout à fait terminées, je les publierai, avec le ferme espoir d'apporter une contribution, cette fois-ci définitive, à la recherche de la vérité et de clore toute contestation sur le sujet.

III

Voici maintenant qu'il faut aborder l'élément théorique du débat.

L'étude du processus histologique de la sécrétion séminale me conduisit naturellement à me demander quelle est sa signification physiologique. J'ai conclu d'abord qu'elle traduit la fonction nourricière des cellules de Sertoli à l'égard des cellules séminales, ensuite que le liquide sécrété constitue le milieu vecteur des spermatozoïdes dans les tubes séminifères. Le caractère externe de cette sécrétion paraissait tellement évident que l'idée qu'elle pût être interne ne me vint même pas. Quant au phénomène de la fasciculation et de la rétraction des spermies au cours de leur métamorphose, je le considérai, à la suite de Benda (1), comme produit par la contractilité propre du protoplasma syncytial dans lequel ces éléments sont plongés, et comme ayant pour effet de faciliter les échanges nourriciers entre les spermies et la région basale du syncytium, siège principal de l'activité glandulaire. J'attribuai par contre aux cellules interstitielles, entre autres fonctions, une fonction glandulaire interne.

D'après M. Loisel, la sécrétion de l'épithélium séminal serait au contraire interne; les cellules de Sertoli n'exerceraient pas de fonction nourricière à l'égard des cellules séminales; la fasciculation et le déplacement des spermies résulteraient d'une incitation chimiotactique exercée par la sécrétion interne en question, et à laquelle les spermies obéiraient en se mobilisant par leurs propres moyens.

Je passerai rapidement en revue ces questions après avoir dit préalablement quelques mots des faits qui servent de base aux opinions de M. Loisel.

1° Les faits observés par M. Loisel relativement à la sécrétion de l'épithélium séminal. — Chez le Moineau adulte, à un certain stade de la spermatogénèse, M. Loisel a vu des *filaments* dans le protoplasma des cellules de Sertoli ; il a coloré, par l'hématoxyline ferrique, des *grains* disposés autour des noyaux de ces cellules et sur les filaments ; il a constaté que le bleu d'Unna colore particulièrement le protoplasma de ces cellules, entre leur noyau et les têtes des spermies fasciculées. Quand j'aurai ajouté l'existence de gouttelettes graisseuses dans les cellules de l'épithélium germinatif de l'embryon, et dans l'épithélium séminal pendant les premiers stades de la spermatogénèse, enfin des vésicules incolores et des grains colorables par l'hématoxyline ferrique dans les cordons ou les tubes testiculaires à la période de préspermatogénèse — j'aurai reproduit, sans même les résumer beaucoup, *tous les faits d'observation* — je ne dis pas les théories — relatifs à la sécrétion séminale rassemblés personnellement par M. Loisel. Sur ces quelques faits, il a longuement édifié des théories auxquelles il me reproche de trouver une allure surtout spéculative.

Je ne conteste l'existence d'aucun des détails de structure relevés par M. Loisel. Je trouve seulement qu'ils sont insuffisants, et qu'il les interprète d'ailleurs inexactement.

Les filaments du protoplasma des cellules de Sertoli sont connus depuis longtemps, sinon chez les Oiseaux, du moins chez les Mammifères. « Ils représentent sans doute, dit M. Loisel (9, p. 150), ce protoplasma différencié dont Garnier et Bouin ont montré l'existence sous le nom d'ergastoplasma. » Et ailleurs (9, p. 151) il les assimile aux *mitochondries* de Benda, tout en leur assignant, contrairement à l'idée de l'auteur allemand, la signification de *produits de sécrétion*. Ergastoplasma, mitochondries, produit de sécrétion : une même chose !

J'ai combattu le rapprochement des filaments sertoliens avec l'ergastoplasma par des arguments que mon contradicteur qualifie de *spécieux* (10, p. 177). Il ajoute qu'il ne me suivra pas dans ma critique, « parce que nous ne savons ni l'un ni l'autre ce que c'est en réalité que l'ergastoplasma ». Je regrette que M. Loisel ait assimilé les filaments à une chose qu'il avoue ne point connaître. Quant à moi, je connais *ce qu'on a décrit sous le nom d'ergastoplasma*; et je renverrai le lecteur aux arguments *spécieux* que j'ai exposés ailleurs (Regaud, 17).

Les grains de M. Loisel sont infiniment moins nombreux et tout autrement distribués que ceux que j'ai décrits chez le Rat. A leur sujet, je n'exprimerai pas d'opinion. S'agit-il de *granulations protoplasmiques* ayant un chimisme spécial, ou bien de *grains de sécrétion?* Je ne sais.

En tous cas, c'est avec une grande stupéfaction que j'ai lu cette phrase (Loisel, 9, p. 167) : « C'est un produit de sécrétion à peu près semblable (par ses caractères morphologiques et chromophiliques) que Regaud et Broman ont trouvé dans les cellules de Sertoli d'autres Vertébrés. » A la suite de mes protestations, M. Loisel (10, p. 179) veut bien reconnaître que certaines des formations que j'ai décrites sont en effet *tout à fait différentes* de ce qu'il a vu.

Le bleu d'Unna et la méthode de Golgi colorent non point un *produit de sécrétion,* mais le *protoplasma* lui-même [1].

---

1. M. Loisel (9. p. 150 et 152) s'exprime ainsi : « On doit considérer les granulations chromophiles comme des vacuoles de sécrétion qui mettraient en liberté leur contenu au fur et à mesure qu'elles s'éloignent de leur région de formation..... Quant au liquide secrété, il s'écoule le long de la colonne sertolienne et va ainsi imbiber le faisceau de spermatozoïdes en formation..... Nous avons affaire ici à une glande à sécrétion interne dont le produit s'étend partout par imbibition..... » Il est à noter que les spermatozoïdes étant plongés dans le protoplasma des cellules de Sertoli, tous les phénomènes que décrit ainsi M. Loisel se passent dans ce protoplasma.

Il existe en cytologie, à propos des cellules glandulaires et de la sécrétion, un langage et des définitions connus dont il convient de ne point trop s'écarter. Vacuoles, grains de

2° La sécrétion de l'épithélium séminal est-elle externe ou interne ? — M. Loisel attribue délibérément une sécrétion interne aux cellules de l'épithélium germinatif de l'embryon, parce qu'il a constaté dans ces cellules la présence de gouttelettes de graisse.

Les histologistes, et même les physiologistes, sont généralement plus exigeants. Un produit de sécrétion bien caractérisé, une structure cellulaire particulière, un agencement caractéristique des capillaires sanguins ou du tissu conjonctif autour des éléments sécréteurs, fréquemment l'absence de voies d'excrétion externe (sauf pour les glandes à double sécrétion, comme le foie) : telles sont, abstraction faite de l'expérimentation physiologique, les raisons qui permettent d'attribuer à un organe ou à un tissu la fonction sécrétoire interne.

Or l'épithélium séminal ne présente aucune de ces conditions, et M. Loisel n'apporte pas la moindre preuve en faveur du caractère endocrine qu'il attribue à la sécrétion sertolienne. Non seulement le processus sécrétoire, tel que je l'ai décrit et figuré, ne montre rien qui indique le transport du produit sécrété vers les espaces conjonctifs péritubulaires ; mais encore il comporte par lui-même, ainsi qu'on s'en rendra compte facilement par la lecture de ma description, la démonstration la plus évidente du caractère externe de la sécrétion [1]. Bien plus, M. Loisel déclare lui-même que le *produit de sécrétion s'écoule de la périphérie vers le centre de la cellule de Sertoli,* vers les spermatides ; et il attribue même à ce courant une action rhéotactique sur les spermatozoïdes en voie de développement.

Il est vrai que la contradiction flagrante qui existe entre ces deux opinions (*direction centripète du produit* et *sécrétion interne*) oblige M. Loisel (10, p. 191) à l'aveu suivant : « Quant à dire maintenant comment et par où la sécrétion

---

sécrétion, protoplasma sont des choses parfaitement distinctes. Il y a des cellules qui élaborent un *liquide,* lequel se sépare du protoplasma et se réunit dans des *vacuoles;* celles-ci sont mobilisées par le protoplasma jusqu'à la surface de la cellule. Là, le produit liquide sort de la cellule par effraction ou par osmose. Tout cela est clair, mais on ne conçoit point qu'un liquide, séparé dans des vacuoles, aille un peu plus loin se diffuser dans le même protoplasma qui l'a sécrété !

1. Je rappellerai, entre autres faits :

1° Le mouvement qui entraîne constamment les vésicules de sécrétion de la couche génératrice de l'épithélium séminal vers sa surface, principalement au niveau des travées radiaires de protoplasma syncytial correspondant aux faisceaux de spermies;

2° La mise en liberté de nombreuses vésicules à la surface de l'épithélium, après l'expulsion des spermies. Ces vésicules amenées à la surface sont distinctes du produit de sécrétion contenu dans les lobes résiduels;

3° L'entraînement de nombreuses petites vésicules dans la lumière même des tubes séminifères par les spermatozoïdes auxquels elles adhèrent.

[Voir, à ce sujet, les figures de la planche VI de la 2e partie de mon Mémoire sur la Spermatogénèse dans les *Arch. d'anat. micr.*]

des cellules germinatives et des cellules de Sertoli passe dans le courant sanguin pour jouer le rôle de sécrétion interne, nous ne saurions le faire. » Et plus loin, il suppose que le produit de sécrétion, s'écoulant d'abord dans la lumière du tube, est probablement « réabsorbé plus loin, dans une région quelconque des voies excrétrices du testicule ». On conviendra d'emblée qu'une telle hypothèse est plus idéale qu'histo-physiologique.

L'existence du liquide vecteur des spermatozoïdes dans le tube séminifère n'embarrasse pas M. Loisel (10, p. 191). « Regaud se trompe encore », dit-il, « lorsqu'il fait provenir ce liquide vecteur (d'ailleurs très peu abondant) de la sécrétion des cellules de Sertoli. L'erreur est d'autant plus étonnante que l'on connaît depuis longtemps la liquéfaction subie par les parties protoplasmiques des spermatides qui n'ont pas pris part à la formation des spermatozoïdes. »

Je déclare d'abord que je ne comprends guère la *liquéfaction* des corps résiduels que comme une *dissolution* dans un liquide préexistant. De plus, l'affirmation de M. Loisel montre non seulement « une grande confiance en soi-même », mais encore « malheureusement une connaissance insuffisante de la question » [1]. On sait en effet aujourd'hui d'une façon certaine, depuis les recherches déjà anciennes de v. Ebner (1888), et celles de Meves (1899) que j'ai moi-même confirmées, que les *corps résiduels* constituant la *couche des détritus,* chez les Mammifères, sont en majeure partie *phagocytés* par les cellules de Sertoli, et non point dissous dans le liquide vecteur des spermatozoïdes.

M. Loisel (10, p. 189) dit que les cellules interstitielles ne sont pas le seul agent de la sécrétion interne du testicule. En effet, ajoute-t-il, les effets de la sécrétion interne du testicule sont particulièrement nets chez les Oiseaux, dont à chaque printemps ils modifient notamment la couleur du plumage ; or le testicule des Oiseaux, qui contient des cellules interstitielles en hiver, n'en contient plus au printemps ; donc la sécrétion interne n'est pas fonction des seules cellules interstitielles. Il faudrait d'abord démontrer que les modifications somatiques dont parle M. Loisel sont bien sous la dépendance directe de la sécrétion interne du testicule. Je n'y contredis point, mais c'est là une hypothèse, un peu simpliste même ; et on ne démontre rien en partant d'une hypothèse. En second lieu, même en admettant que cette hypothèse soit fondée, la disparition des cellules interstitielles, au moment où la modification somatique qu'on leur attribue est *complètement effectuée,* ne démontre pas qu'elles ne l'ont pas *provoquée* par la mise en circulation d'un matériel formé par elle pendant toute la durée du repos sexuel.

---

1. Que le lecteur veuille bien me pardonner l'emploi de ces détestables moyens d'argumentation : ainsi que je l'ai dit au début de cette réponse, je me borne à réfléchir sur M. Loisel les traits qu'il m'a décochés (10, p. 188), sans rien tirer de mon propre fonds.

3° **Le rôle nourricier des cellules de Sertoli à l'égard des cellules séminales.** — Tandis que, d'accord avec tous ou presque tous les auteurs qui ont étudié la spermatogénèse, depuis Benda (1887), je considère la fonction nourricière des cellules de Sertoli, à l'égard des cellules séminales, comme certaine — d'autant plus certaine que j'ai ajouté à la notion de la graisse celle d'un produit d'élaboration nouveau, plus constant et plus abondant, M. Loisel, au contraire, n'y croit point. Il me fait, à ce sujet, de nombreuses objections que j'examinerai successivement.

A. — « Tous ces auteurs (partisans du rôle nourricier des cellules de Sertoli), dit-il (9, p. 156 et suiv.), oublient de nous dire pourquoi les cellules séminales, et en particulier les spermatides, sont des éléments incapables de se nourrir eux-mêmes. »

Personne n'a émis cette opinion sous la forme que suppose M. Loisel, forme qui en ferait en effet presque une sottise. On a dit seulement qu'entre les cellules séminales (et particulièrement les spermatides) et le milieu nourricier (espaces conjonctifs), il existe des éléments interposés, les cellules de Sertoli. C'est là un fait. On a dit ensuite qu'une des fonctions de ces éléments interposés consiste à puiser dans le milieu nourricier les matériaux qu'absorberont et assimileront les cellules séminales, à la façon de tout élément vivant dans son milieu ambiant, que le syncytium sertolien constitue ici.

B. — « Ce raisonnement, dit encore M. Loisel (*ibid.*), montrait vraiment trop le besoin d'assigner un rôle à des éléments dont on ne savait que faire. On ne s'en servait pas alors, en effet, pour des éléments plus isolés encore : pour les cellules supérieures du corps de Malpighi, dans la peau, ni pour les cartilages, par exemple. »

La valeur de cette comparaison, entre les cellules séminales d'une part, les cellules de l'épiderme et des cartilages de l'autre, me paraît suffisamment évidente pour que je laisse au lecteur la peine de la réfuter.

C. — M. Loisel (10, p. 193) s'étonne que les cellules de Sertoli « limitent leur distribution bienfaisante aux seules spermatides, négligeant ainsi les spermatogonies et les spermatocytes ».

L'étonnement ironique de M. Loisel n'est point encore ici justifié. Je n'exclus nullement les spermatogonies et les spermatocytes de la « distribution bienfaisante ». Je constate seulement qu'il ne s'accumule dans leur protoplasma aucun ***matériel nourricier en excès.*** On trouvera d'ailleurs dans mon mémoire (16, p. 292 et suiv.) un examen détaillé de cette question.

D. — J'ai montré (15) que la fonction sécrétoire des cellules de Sertoli et la fonction spermatogène de l'épithélium séminal sont, dans une certaine mesure, indépendantes : la première de ces fonctions est en effet conservée

(quoique diminuée) dans certains cas où la seconde a complètement disparu.

M. Loisel (9, p. 156) présente ce fait comme un argument contre la théorie nourricière. On pourrait répondre en citant de nombreux exemples où des organes, des tissus et des cellules conservent leur fonction simplement ralentie, alors même que cette fonction a cessé d'avoir une utilisation réelle ou apparente. Mais je me contenterai de faire remarquer que l'objection de M. Loisel vaut tout aussi bien contre la théorie du rôle chimiotactique (qu'il adopte) que contre la théorie du rôle nourricier des cellules de Sertoli à l'égard des cellules séminales.

E. — J'ai admis (14 et 16, p. 294), d'ailleurs à titre d'hypothèse simplement vraisemblable, que le matériel puisé par les cellules de Sertoli dans les espaces conjonctifs péritubulaires est préalablement élaboré par les cellules interstitielles vivant dans ces mêmes espaces. Je fondais cette hypothèse sur les faits suivants: les cellules interstitielles sont en rapports intimes avec les vaisseaux sanguins, lesquels sont au contraire sans relations immédiates avec les tubes séminifères — les produits, déversés dans les espaces conjonctifs par les cellules interstitielles, se montrent, dans ces cellules, avec des caractères morphologiques et histochimiques fréquemment semblables (ex. chez le Rat) avec le produit de sécrétion des cellules de Sertoli.

M. Loisel (9, p. 155-156) paraît vivement choqué par les passages successifs des produits de sécrétion de l'état figuré (grains et vésicules) à l'état dissous, depuis les cellules interstitielles jusque dans les spermies et la lumière des tubes séminifères.

Les mutations de ce genre — les avatars, comme dit M. Loisel — sont cependant chose commune. Je citerai, comme exemple, les changements d'état multiples subis par la graisse du chyme depuis la cavité intestinale jusqu'à l'intérieur des chylifères. Trois ou quatre fois la graisse neutre, noircissable par l'acide osmique, franchit à l'état de savon soluble les étapes successives qui la séparent du chylifère où elle se reconstitue une dernière fois dans son état chimique et sa forme primitifs.

F. — Je n'ai point commis l'erreur prétentieuse que m'attribue M. Loisel (9, p. 156) quand il me fait dire que la chromatine des têtes des spermies aurait *seulement* un rôle chimique. C'est M. Loisel qui ajoute à mon texte le mot *seulement*, et à ma pensée l'erreur énorme qu'il implique.

Je n'ai jamais contesté que la chromatine des noyaux ne soit *le support de l'hérédité*; je me refuse seulement à la considérer comme une *matière directement et vraiment héréditaire*, dont chaque particule représenterait un des innombrables caractères des cellules de l'être futur. Je crois surtout qu'elle joue d'autres rôles que la transmission de l'hérédité.

G. — Avec infiniment d'esprit et non moins d'ironie, M. Loisel (10, p. 193)

déduit de mes descriptions que, dans l'épithélium séminal, les choses se passeraient à certains moments, d'après moi, comme si les spermatozoïdes avaient une bouche, et, à d'autres moments, comme s'ils se nourrissaient par la queue.

Ce n'est point à mes dépens que s'égaie M. LOISEL, car ce qu'il croit voir de risible dans mon texte n'existe que dans son imagination.

Il m'a paru, comme à d'autres, que la formation du *lobe protoplasmique* des spermies est en rapport avec le développement considérable et rapide du filament contractile et de ses enveloppes. Les phénomènes de croissance de la queue sont en effet en majeure partie postérieurs à l'achèvement de la tête. Les matériaux (corps chromatoïdes, graisse, produit de sécrétion colorable par la méthode de WEIGERT) accumulés dans ce lobe protosplamique traversé par la queue, sont destinés, ai-je dit, à *subvenir au développement de la queue*. Qu'y a-t-il là de risible ?

Il paraît que, chez les Oiseaux, les lobes protoplasmiques des spermies deviennent indistincts par suite de la disparition précoce des limites cellulaires des spermatides. Les queues des spermies traverseraient donc une masse indivise de « détritus » contenant les produits énumérés plus haut. Ce dispositif spécial aux Oiseaux ne change rien à la question.

M. LOISEL m'accuse encore de donner une finalité ridicule (nutrition) au phénomène de la fasciculation et de la rétraction des spermies. Je lui répondrai en rappelant simplement la finalité toute différente qu'il donne personnellement à ce même phénomène. D'après lui (9, p. 135) la fasciculation des spermatozoïdes a notamment pour but de les *mettre en ordre,* afin de faciliter leur départ quand, détachés par la congestion qui accompagne l'excitation sexuelle, il s'agit pour eux d'aller féconder les ovules !

4° La contractilité du protoplasma syncytial. — J'ai donné (17) de cette contractilité les preuves suivantes :

A. — La phagocytose des corps résiduels, découverte par V. EBNER (1888), vérifiée par MEVES (1899) et par moi-même.

B. — La phagocytose des cellules séminales dégénératives et tératologiques, ainsi que de certains spermatozoïdes en apparence normaux.

C. — Les déformations et déplacements des noyaux de Sertoli, ainsi que le redressement de la courbure des têtes des spermatozoïdes du Rat, précisément aux moments où ces spermatozoïdes montrent leur déplacement.

D. — La structure fibrillaire du protoplasma syncytial.

Parce que j'ai ajouté que ce dernier argument n'a qu'une valeur de logique — la structure fibrillaire du protoplasma étant considérée en anatomie générale comme un signe de sa contractilité — M. LOISEL (10, p. 194) croit que j'y renonce. Nullement.

Quant aux trois premières preuves, M. LOISEL (*ibidem*) les traite d' « ar-

guments vraiment trop faibles, on pourrait même dire trop peu scientifiques pour que nous puissions nous y arrêter [1] ». Évidemment il n'en sent point la valeur, à moins qu'il ne considère ces faits comme purement et simplement imaginaires : dans les deux cas la lecture des textes originaux et l'étude des préparations — chose facile et par laquelle il eût mieux valu commencer — le renseigneront.

M. Loisel, pour montrer que le retrait des cellules de Sertoli n'influence pas les faisceaux des spermatozoïdes, nous présente un photogramme (10, fig. 23, p. 194) dont le tort principal, en l'espèce, est d'être une coupe *manifestement* oblique de l'épithélium séminal.

5° La valeur des tactismes et des tropismes dans l'explication de l'orientation et des déplacements des spermies. — Ayant à traiter cette question, je me suis déjà exprimé ainsi (17) : « Abstraction faite des mots tactisme, tropisme, etc., qui viennent de faire leur entrée dans le domaine de la spermatogénèse, s'appliquant à des phénomènes connus auxquels ils n'apportent qu'une tentative d'explication [2], la question posée par Grobben, Broman et Loisel se réduit à ceci : les changements de place des spermies sont-ils le résultat de leur motilité propre, ou bien celui de la contractilité du protoplasma syncytial (cellules de Sertoli) ? »

Or, personne n'a apporté de preuve que les spermies possèdent, à aucun moment de leur métamorphose, la faculté de se déplacer par leurs propres moyens. On a constaté que les spermatozoïdes, même paraissant mûrs, sont immobiles dans les tubes séminifères.

Il y a au contraire de sérieuses raisons pour croire que le protoplasma des cellules de Sertoli est contractile.

Par conséquent on ne peut supposer, jusqu'à plus ample informé, que l'*in-*

---

1. M. Loisel se demande « comment je peux mesurer la vitesse avec laquelle les corps résiduels parcourent toute l'épaisseur de l'épithélium séminal ».

Je prie M. Loisel de bien vouloir lire attentivement les données que nous possédons — et que j'ai exposées très complètement et aussi clairement que le permet la difficulté du sujet — *sur le mouvement spermatogénique* dans les tubes séminifères. Il y verra qu'une loi, la loi de v. Ebner, permet de mesurer *la vitesse et la durée relative* d'un stade à l'*étendue qu'il occupe* sur le tube séminifère.

2. M. Loisel (9, p. 134) juge lui-même sévèrement, quoique assez justement, à mon sens, la valeur de cette tentative d'explication, lorsqu'il dit : « On peut dire, avec Broman, que les mouvements des centrosomes (dans les spermatides) sont des cas de tropisme ou de taxie, mais cela ne fait guère avancer la question, car, dans l'un comme dans l'autre cas, ces mots n'expriment pas autre chose, ici, que le phénomène lui-même; ils ne font pas approcher de plus près la cause qui le détermine. »

Le jugement prononcé par M. Loisel ne cesse pas d'être applicable à la théorie qu'il propose lui-même pour expliquer les phénomènes de la fasciculation et du déplacement des spermies.

*

citation tactique ou tropique parte de la cellule de Sertoli, et que les spermies obéissent à cette incitation en se mobilisant. C'est tout le contraire qu'on doit admettre! L'incitation doit partir des spermies, éléments ne possédant pas les moyens de se déplacer, et exciter la contractilité des cellules de Sertoli. Comme le dit fort justement M. Loisel (20, p. 195): « Il faut bien admettre qu'une *force*, extérieure à eux (spermatides) et commune à eux tous, vient à certain moment agir sur eux... C'est à cette action que répondent *passivement* les têtes des jeunes spermatozoïdes, lorsqu'ils viennent se grouper en faisceaux et s'enfoncer plus ou moins énergiquement au sommet des cellules de Sertoli. » Seulement M. Loisel, en écrivant cela, n'a point remarqué quelle bonne réfutation il donnait de sa propre théorie de la mobilisation des spermatozoïdes par leur activité propre.

Je dirais donc volontiers, avec I. Broman et M. Loisel, que la fasciculation et la rétraction des spermies sont l'effet d'actions chimiotactiques et chimiotropiques, à la condition qu'on veuille bien renverser le sens, supposé par eux, de l'*action* et de la *réaction*.

Contrairement d'ailleurs à ce qu'avance M. Loisel, les spermies sont loin de ne présenter aucun phénomène chimique spécial, propre à laisser supposer qu'elles sont le point de départ de l'incitation agissant sur les cellules de Sertoli.

***

Ceci dit, je m'arrête. Désormais, d'ailleurs, je ne répondrai plus à aucune objection présentée sous une forme semblable à celle qu'a prise l'argumentation sous la plume de l'auteur de l'article dont je viens de réfuter les principales assertions. C'est *à coups de faits* et non point par des développements métaphysiques, des syllogismes ou des imputations personnellement désagréables qu'il convient d'établir ses conceptions scientifiques et de les faire, si elles le méritent, prévaloir.

INDICATION BIBLIOGRAPHIQUE DES PUBLICATIONS CITÉES

1. Benda, Untersuchungen über den Bau der funktionirenden Samenkanälchen, etc. (*Arch. f. mikr. Anat.*, XXX, 1887).

2. Bouin (P.), Phénomènes cytologiques anormaux dans l'histogénèse et l'atrophie expérimentales du tube séminifère (*Thèse.* Nancy, 1897, et *Arch. d'anat. micr.*, t. I).

3. Broman, Ueber gesetzmässige Bewegungs- und Wachstumserscheinungen, etc. (*Arch. f. mikr. Anat.*, LIX, 1901).

4. Ebner (V. von), Zur Spermatogenese bei Säugethieren (*Arch. f. mikr. Anat.*, XXXI, 1888).

5. Loisel (G.), Origine et rôle de la cellule de Sertoli dans la spermatogénèse (*Soc. de Biol.*, 16 nov. 1901).

6. Loisel (G), Sur l'origine du testicule et sur sa nature glandulaire (*Soc. de Biol.*, 18 janv. 1902).

7. — Formation et fonctionnement de l'épithélium séminifère chez le Moineau (*Bibliogr. anat.*, t. X, fasc. I, 1902).

8. — Terminaisons nerveuses et éléments glandulaires de l'épithélium séminifère (*Soc. de Biol.*, 22 mars 1902).

9. — Études sur la spermatogénèse chez le Moineau domestique [*suite et fin*] (*Journ. de l'anat.*, t. XXXVIII, n° 2, mars-avril 1902).

10. — Sur la sécrétion interne du testicule et en particulier sur celle de la cellule de Sertoli (*Bibliogr. anat.*, t. XI, 3e fasc., 1902).

11. Regaud (Cl.). Sur la morphologie de la cellule de Sertoli, etc. (*Compt. rend. de l'Assoc. des anat.*, 1re session, 1899).

12. — La sécrétion liquide de l'épithélium séminal. Son processus histologique (*Soc. de Biol.*, 3 nov. 1901).

13. — Variations de la sécrétion liquide de l'épithélium séminal suivant les stades de l'onde spermatogénétique (*Soc. de Biol.*, 15 déc. 1900).

14. — Les phénomènes sécrétoires du testicule et la nutrition de l'épithélium séminal (*Soc. de Biol.*, 22 déc. 1900).

15. — Indépendance relative de la fonction sécrétoire et de la fonction spermatogène de l'épithélium séminal (*Soc. de Biol.*, 4 mai 1900).

16. — Études sur la structure des tubes séminifères et sur la spermatogénèse chez les Mammifères (*Arch. d'anat. microsc.* [Mémoire en cours de publication], 1re partie, t. IV, fasc. Ier, mai 1901 ; 2e partie, t. IV, fasc. II et III, nov. 1901).

17. — Observations sur les phénomènes de sécrétion de l'épithélium séminal du Moineau, etc. Communication faite à l'*Association des anatomistes*, le 25 mars 1902, et publiée dans la *Bibliographie anatomique* (t. X, 4e fasc.).

18. — Note histologique sur la sécrétion séminale du Moineau domestique (*Soc. de Biol.*, 24 mai 1902).

19. Tellyesniczky, Ueber die Fixirungs (Hartungs) flüssigkeiten (*Arch. f. mikr. Anat.*, LII, 1898).

20. Ranvier, *Traité technique d'histologie* (2e édit., p. 213).

ASSOCIATION DES ANATOMISTES

La cinquième réunion de l'*Association des anatomistes* aura lieu à Liège, du *6 au 8 avril* prochain, sous la présidence de M. le professeur SWAEN, et la vice-présidence de MM. les professeurs JULIN, VAN DER STRICHT et FRANCOTTE.

Les membres de l'Association qui désirent prendre part à cette réunion peuvent en aviser dès maintenant le secrétaire soussigné et lui indiquer le titre de la communication ou de la démonstration qu'ils ont l'intention de présenter.

Toutes les demandes concernant le matériel de démonstrations (microscopes, appareil à projections, etc.) doivent être adressées à M. le Dr BRACHET, *chef des travaux à l'Institut anatomique, rue de Pitteurs, 16, à Liège.* Le programme, aussitôt établi, sera envoyé comme d'habitude à tous les membres de l'Association.

Communications.

L. BOLK. — Relation entre le volume du cerveau et la capacité du crâne aux divers âges.

O. VAN DER STRICHT. — Sur la structure de l'ovule de chauve-souris (avec démonstration).

BRACHET. — Relations, chez la Grenouille, entre le plan de pénétration du spermatozoïde dans l'œuf, le premier plan de division et le plan de symétrie de la Gastrula.

R. LEGROS. — Recherches sur l'appareil branchial des Poissons : I. L'évolution des arcs aortiques des Téléostéens.

A. NICOLAS. — Développement du pancréas chez le Sterlet (avec démonstration).

Les *Compagnies de chemins de fer français* accordent le parcours à demi-place à tous les membres de l'Association qui en feront la demande par l'intermédiaire du Bureau. Il suffit, pour

profiter de cet avantage, de se faire inscrire (**avant le 11 mars**[1]) auprès de M. Laguesse, secrétaire adjoint, 50, rue d'Artois, à Lille, en indiquant **la gare de départ**[2] **et le parcours** que l'on doit effectuer. Il sera envoyé à chacun des intéressés un bon individuel, valable du 30 mars au 13 avril et permettant de prendre à la gare de départ un billet à demi-tarif.

La Compagnie du Nord accorde également le demi-tarif sur les tronçons de son réseau situés sur le territoire belge : ***Erquelines-Charleroi, Namur-Liège, Givet-Namur.*** Les membres partant de Paris, ou passant par Paris, pourront donc prendre directement un billet à demi-tarif jusqu'à Charleroi et auront le droit d'en reprendre un à partir de Namur.

Le Secrétaire perpétuel,
A. NICOLAS.

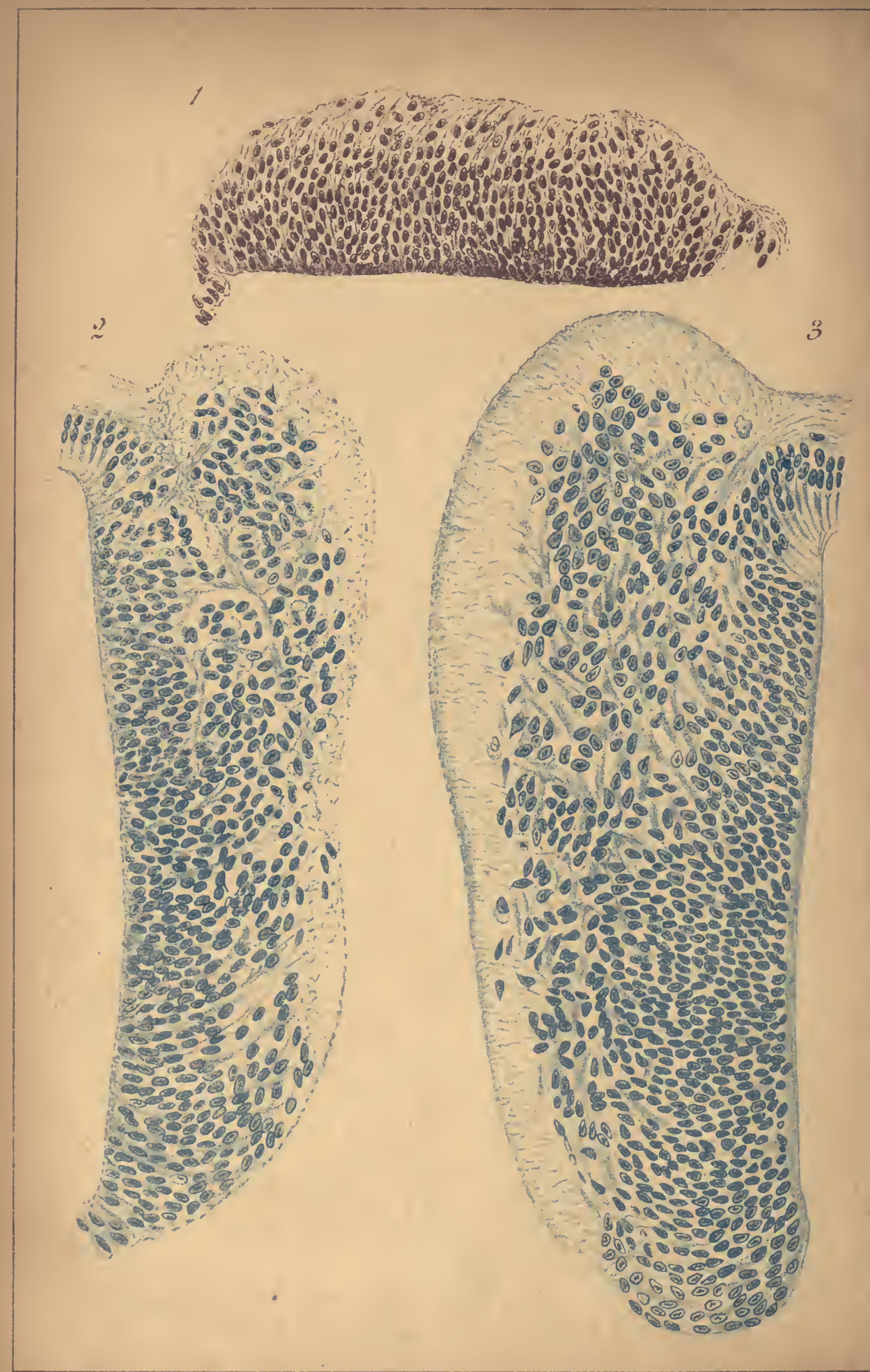
1. Passé ce délai, le Bureau ne répond plus d'obtenir les bons en temps utile.
2. Gare frontière pour les membres étrangers.

Le Directeur, Dr A. NICOLAS.

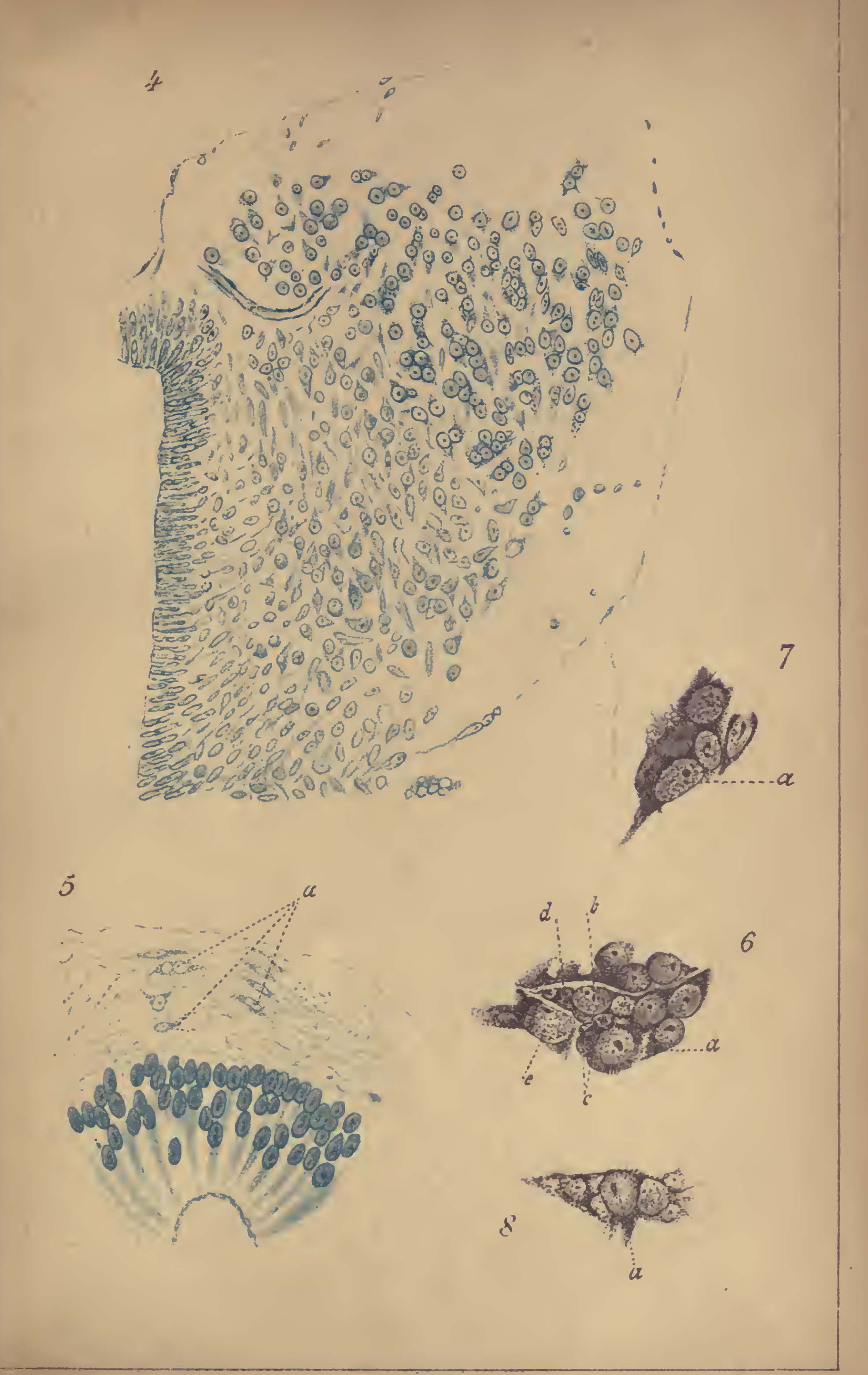
TABLE DES MATIÈRES

TRAVAUX ORIGINAUX

Nancy, imprimerie Berger-Levrault et Cie.



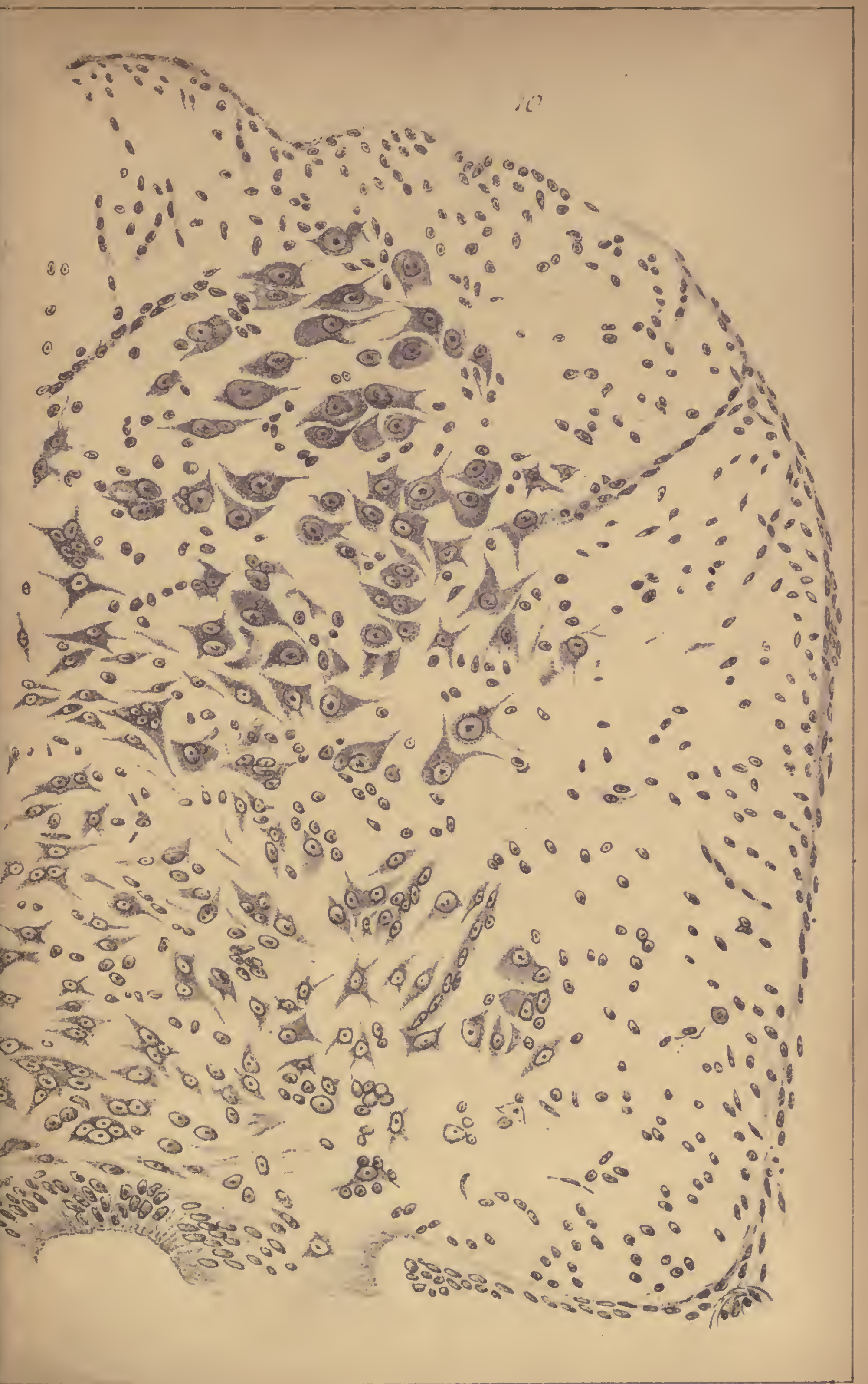
De Pietro Fr. dis.

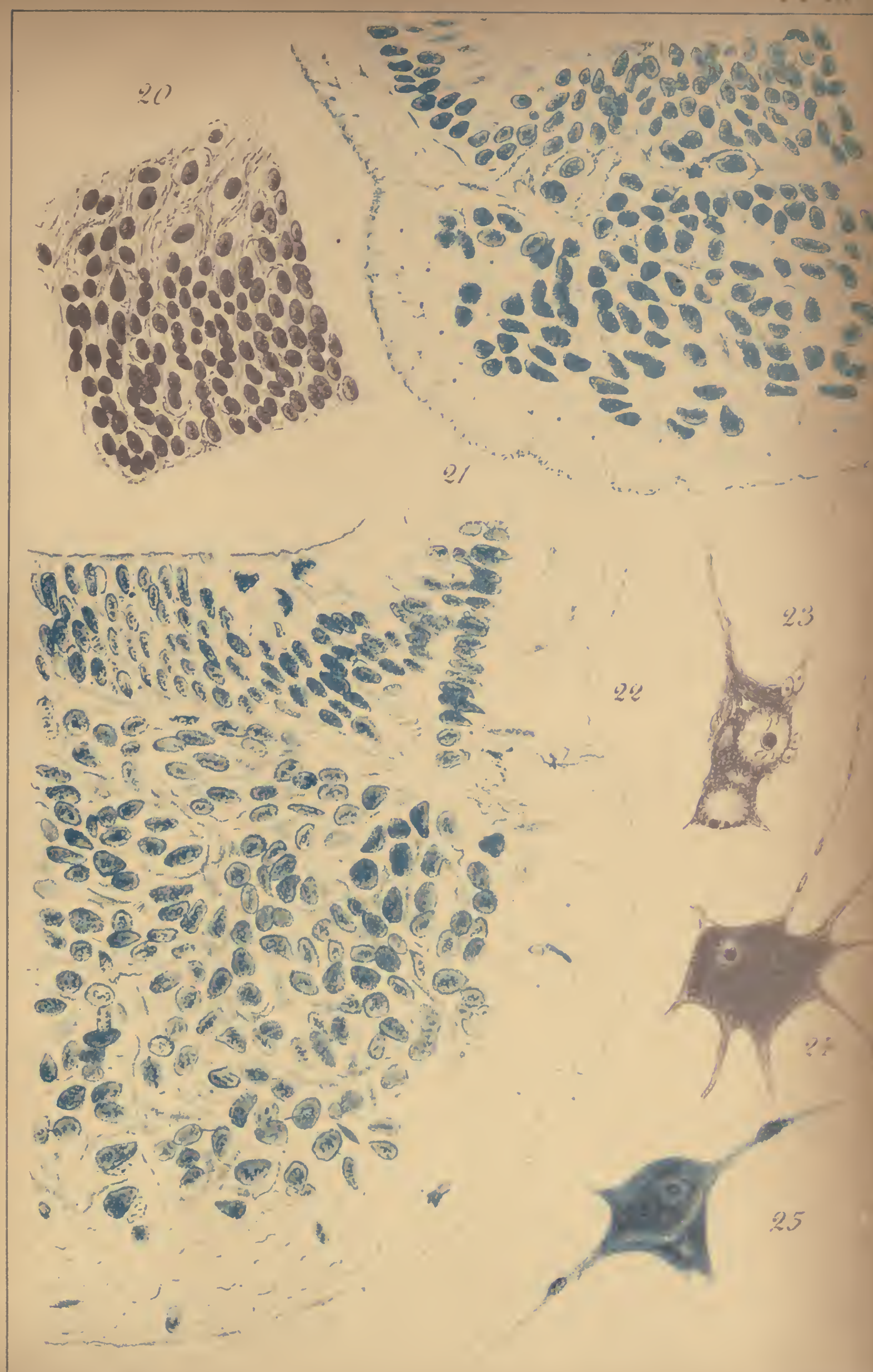


Lit. A. Serino-Napoli



Delfeiro Fr. dis.


10



De Pietro Fr. dis

St. lit. A. Sergi




Printed
in
France


MBL/WHOI LIBRARY
WH 1B3N 1

